臺灣總督府

農業試驗所報告

第八十二號

植物體中アンモニア態窒素ト硝酸態窒素ノ生理化學的作用特ニ加里ト鐵トノ對抗作用ニ聯關シタル研究

臺灣總督府農業試驗所

昭和十七年四月

臺灣總督府

農業試驗所報告

第八十二號

植物體中アンモニア態窒素ト硝酸態窒素ノ生理化學的作用特ニ加里ト鐵トノ對抗作用ニ聯關シタル研究

臺灣總督府農業試驗所

昭和十七年四月

農作物ノ栽培上窒素質肥料ノ緊要ナルハ言ヲ俟タナイガ作物ノ種類ニ依リ或ハ生育時期ニ從ツテ好ンデ「アンモニア」態窒素ヲ攝取スルモノト硝酸態窒素ヲ吸收スルモノトガアル。植物體中ニ在リテ窒素ガ同化セラレ蛋白及共類緣物質ガ合成セラルル生理化學的作用モ自ラ窒素ノ形態ニ應ジテ同一デナイ。此關係ヲ詳ニシテ施肥ノ適正ヲ期スルコトガ最高生產ヲ擧グル要諦デアル。又加里質肥料モ窒素ノ生理化學的作用ヲ正常ニシテ生長ト登熟トヲ完ウスルニ兩者不可分ノ關係ニ存スルモノデアルガ偶々可溶性鐵鹽ノ過剩ナ共存ニ依ツテ先ヅ加里ノ吸收ヲ妨ゲ次イデ炭酸同化作用ヲ遲滯セシメ植物體組織ノ搆成ニ障礙ヲ呈スルコトガアル。此鐵鹽ノ障礙ハ加里ノ追加ニ依ツテ除却又ハ輕減スルコトガ出來ルガ此現象ハ此等二者ノ生理的對抗作用ニ屬スル原理ニ基クモノデアル。本報告ハ以上ノ諸要素ノ相互關係ヲ植物生理化學ノ見地ニ於テ各角度カラ實驗研究シタ業績デアツテ植產科學ノ上ニ重要ナル貢獻トナルコトヲ疑ハナイ。

昭和十七年四月

臺灣總督府農業試驗所長

農學博士　澁谷紀三郎

臺灣總督府農業試驗所報告　第八十二號

植物體中アンモニア態窒素ト硝酸態窒素ノ生理化學的作用

特ニ加里ト鐵トノ對抗作用ニ聯關シタル研究

目　次

I　緒　　論……1
II　研究方法……2
(A) 栽培試驗……3
(甲) 植木鉢試驗……3
(乙) 水稻幼植物試驗……5
(B) 理化學的實驗……6
a.　組織ノ酸化還元電位及pHノ測定……6
b.　組織ノ酵素作用……6
c.　土壤溶液ノ酸化還元電位並 pH……6
III　實驗成績……6
(A) 窒素ノ形態ヲ異ニシ「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻生育上ニ於ケル「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用……6
1.　生育出穗並ニ收量調査……6
a)　「カリ」ヲ充分ニ供給シタ場合鐵鹽類添加ノ影響……6
(イ)「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……6
(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……9
b)　鐵鹽類ノ過剩ニ存在スル場合ノ「カリ」添加ノ影響……12
(イ)「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……12
(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……14
2.　植物體組織ノ酸化還元電位ノ變化……18
A.　「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……18
(イ) 榮養期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化……18
a)　有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……18
b)　過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……22
(ロ) 生殖期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化……26
a)　有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……26
b)　過剩ノ鐵鹽類存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……27
B.　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……28
(イ) 榮養期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化……28
a)　有效性「カリ」ノ充分存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……28

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……………31
(ロ) 生殖期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化……………32
a) 有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……………32
b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……………33
3. 植物體組織ノpH……………34
4. 呼吸酵素ノ活力就中「カタラーゼ」ノ活力……………37
5. 植物體ノ窒素同化作用……………40
6. 土壤溶液ノ理化學的性質……………42
7. 對抗作用ニ關スル補遺的實驗竝ニ考察……………45
a) 「カリ」ト鐵トノ對抗作用ニ及ボス光線ノ影響……………46
b) 「硫酸カリ」ト「硫酸マンガン」ノ共存スル場合水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化……………48
(B) 窒素ノ形態ヲ異ニシ「アンモニア」態竝硝酸態窒素ヲ夫々用ヒタ場合ノ里芋ニ於ケルカリト鐵鹽類トノ對抗作用……………50
1. 生育竝ニ收量調査……………50
a) 「カリ」ヲ充分ニ供給シタ場合鐵鹽類添加ノ影響……………51
(イ) 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……………51
(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……………52
b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……………54
(イ) 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……………54
(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……………55
2. 植物體組織ノ酸化還元電位ノ變化……………58
A. 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合……………58
a) 有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……………58
b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……………58
B. 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合……………59
a) 有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響……………59
b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響……………60
3. 植物體組織ノpH……………60
4. 呼吸酵素ノ活力就中「カタラーゼ」ノ活力……………61
5. 植物體ノ窒素同化作用……………63
6. 土壤溶液ノ理化學的性質……………64
IV. 考察及結論……………65
V. 總　括……………73
VI. 參考文獻……………76

植物體中アンモニア態窒素ト硝酸態窒素ノ生理化學的作用特ニ加里ト鐵トノ對抗作用ニ聯關シタル研究

技師　鳥　居　嵡

I 緒　論

「カリ」ハ植物ノ新陳代謝ニ關與シ、其ノ適正ナル供給ハ、植物ノ生育上ニ良好ナル結果ヲ齎ラスコトハ周知ノ事實デアル。卽チ「カリ」ハ植物體組織ノ構成ニ與ルヨリハ寧ロ體內ノ諸種ノ生理作用ノ調整ニ與ルモノデアル。「カリ」ハ同化、呼吸及蒸散作用ニ關聯シ又同化生産物ノ移動及蓄積ノ際ニ重要ナ役割ヲ演ズルモノデアル。而シテ現在マデ「カリ」ニ關シテ種々ノ研究ガ行ハレタガ、個々ニハ明ラカニナツタ所ガアツテモ未ダ不明ノ點モ多ク全般的ニ其機能ガ明ニナツタトハ稱シ難イ。最近各國ニ於テ「カリ」ノ研究ガ特ニ盛トナリ色々ト新シイ觀方モ現ハレテ來タ。著者モ數年ニ亙ツテ、コノ方面ノ實驗ヲ行ツテキルガ、要スルニ植物體ノ榮養[(1)]及生殖[(2)]機構ノ消長ト「カリ」ノ生理化學的機能ニ關シ調査研究セントスルモノデアツテ主ナル研究ヲ擧ゲレバ(a)植物體內ニ於ケル「カリ」ノ分布、形態竝移動(b)同化及呼吸作用ニ及ボス「カリ」ノ影響(c)「カリ」ノ吸收ニ及ボス諸要因就中氣象竝立地條件トノ關係(d)植物體ノ週光性ト「カリ」ノ肥效(e)作物ノ早、中、晩種ト「カリ」ノ肥效(f)植物體組織ノ酸化還元電位ニ及ボス「カリ」ノ影響(g)植物體組織ノ酵素作用ニ及ボス「カリ」ノ影響(h)養媒竝植物體內ニ於ケル「カリ」ト他成分トノ生理的平衡換言スレバ對抗作用トノ關係、(i)煙草又ハ特殊藥用植物タルたまさきつづらふぢ及杜根等ノ「アルカロイド」增成ニ及ボス「カリ」ノ生理化學的機能、(j)熱帶土壤ニ於ケル有效性「カリ」ノ吸收保持力竝ニ形態等デアル。尙以上ノ研究結果中ニハ既ニ一部公表シタモノモアル。以上ノ研究事項中、「カリ」ト他成分トノ對抗作用ニ就テ見ルニ「カリ」ハ養媒ニ於テモ又植物體內ニ於テモ鐵、石灰、苦土及曹達等ノ間ニ對抗作用ヲ有スルモノデアツテ、土壤中デハ植物ニ攝取利用セラレル「イオン」相互間ニ又植物體內デハ細胞原形質或ハ細胞汁液中ノ「イオン」相互間ニ生理的平衡ヲ保タントスルモノデアル。而シテLagatu[(1)]及Maume[(2)]ニヨルト對抗作用ハ養媒中ノ鹽類ノ解離度ニ關係スルモノデアツテ、例ヘバ二種ノ鹽類溶液ヲ混合シタ時ニ、其混合液ノ解離度ガ混合前ノ各溶液ノ解離度ノ和ニ比ベテ、減少スレバ、對抗作用ハ正トナリ、逆ニ增加スレバ對抗作用ハ負トナル。而シテ增減ヲ見ナイトキハ對抗作用ヲ示サナイト云フ。コノ事實ニ基イテ著者ガ水稻及

里芋等デ行ツタ實驗デハ、硫酸「カリ」ト硫酸第一鐵トノ混合液ガ解離度ノ減少ヲ示シ「カリ」ト鐵トノ間ニ顯著ナ對抗作用ヲ起スコトヲ知リ、就中此等二種ノ鹽類ガ複鹽ヲ生成スル場合ニ對抗作用ハ最大デアツタ。換言スレバ、「カリ」ガ充分ニアツテモ可溶性ノ鐵鹽類ガ多イト「カリ」ノ肥效ガ現ハレ難イ。コノ樣ナ障礙作用ハ又「カリ」ヲ充分ニ供給スルコトニヨツテ防止シウルコトヲ實驗上カラ明ニシタ。尙、コノ際、植物體內ニ於ケル「カリ」ノ形態ガ對抗作用ト相關的關係ニアルコトヲ知ツタ。卽チ「カリ」ハ植物體中ニ於テ移動シ易イ「イオン」ノ形態ヲ取ルモノト他ハ單獨ノ形態ヲトラナイデ有機複合體(Organic Complex)ヲナシ負ノ電荷ヲ有スル所ノ「イオン」化シタ移動性ヲ具備スル形態ノモノガアル。然シコノ最後ノ形態ノモノハ、植物體組織中ニ比較的安定ナ形態ヲ取リ暫定的デアルガ沈積シテキテ、必要ニ應ジ汁液中ニ「カリ」ヲ移行セシメ、生理的活性ヲ帶ビルモノデアルコトヲ知ツタ。而シテ「カリ」ノ適正ナ供給ハ植物體中ノ生理的活性ヲ帶ベル透析性ノ鐵ヲ減少セシメ非透析性ノ鐵ヲ增加セシメルカラ鐵ハ生理的ニ不活性トナリ、過剩ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用ヲ防ギ得テ茲ニ始メテ「カリ」ニヨル對抗的效果ガ發揮セラレルワケデアル。

本報告ニ於テハ更ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ上述ノ他ニ植物體內ノ生理作用ニ如何ナル作用ガアルカ又如何ナル生理平的機能ノ平衡ヲ保持セントスルモノナリヤニ就テ研究セント欲シ、植物體ノ榮養及生殖機構ノ消長ニ伴ツテ變化スベキ組織ノ酸化還元電位ノ變化ヲ考察シ對抗作用ノ機構ノ全貌ヲ更ニ一段ト明ニセント試ミタ。卽チ「カリ」ハ植物體ノ新陳代謝ニ關與シ、「カリ」ガ機能ヲ果シタ後モ老廢物トナツテ石灰ノ如ク全ク蓄積セラレナイデ、絕エズ移動シテ新タニ生理作用ヲ營ムモノデアルガ、植物ノ榮養及生殖機構ノ消長ニ關與スル同化及呼吸作用ノ中デ概略的ニ云フト前者ハ $CO_2 \rightarrow O_2$ ノ還元作用デアリ、後者ハ一種ノ緩慢ナル酸化作用デアルト見做シテヨイカラ、當然兩作用ノ强弱ノ變化ニ伴ツテ組織ノ酸化還元電位モ亦、變化スベキデアル。仍テコノ點ニ着目シテ本研究ヲ行ツタ次第デアル。

本研究ヲ遂グルニ當リ、終始、御懇篤ナ御指導竝ニ御鞭撻ヲ賜ツタ恩師、農業試驗所長、農學博士、澁谷紀三郎先生ニ對シ衷心ヨリ深甚ナル感謝ノ意ヲ表ス。

尙、實驗ニ際シ終始一貫助力ヲ惜シマナカツタ庄木治彌氏ニ深謝スル次第デアル。終リニ臨ミ本研究ハ服部報公會ヨリ學術研究助成ニヨル「熱帶地土壤ニ於ケル「カリウム」ノ形態竝ニ是ガ水稻熟度竝收量、品質ニ及ボス生理化學的機能」ニ關スル研究ノ一部ヲナスモノデアツテ茲ニ同會ノ御援助ニ對シ御禮ヲ申上グル次第デアル。

II 研 究 方 法

本研究ヲ遂行スルニ當リ、窒素ノ形態ヲ異ニシタ場合卽チ「アンモニヤ」態竝硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ二ノ異ツタ條件ノ下ニ「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用ヲ研究考察スルコトニシタ。而シテ研究ノ方法ヲ (A) 栽培試驗ト (B) 理化學的實驗トニ分ケタ。

(A) 栽 培 試 驗

(甲) 植木鉢栽培試驗

1. 供試土壤：臺北市水道町水源地附近ノ河砂、此土壤ハ可溶性ノ K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 等ヲ含ンデキルガ普通耕土ニ比シテ甚ダ少ク、從來栽培試驗ノ結果ニ因レバ至ツテ瘠薄ナモノデアル。

2. 供試作物：a. **水稻** Oryza Sativa LINN 品種臺中65號、本種ハ臺灣デ育成サレタ內地種水稻デアツテ現在其栽培面積ガ最モ廣イ。

b. **里芋** Colocasia esculenta SCHOTT 品種檳榔心、本種ハ臺灣在來ノ水芋デアルガ水田ノミナラズ畑ニモ栽培スルコトガ出來ル。葉柄ハ淡綠色デ葉片ニ接近シテキル部分ガ僅ニ紫色ヲ呈スル。

3. 栽培試驗ノ準備：a. **供試土壤ノ塡充**。土壤ヲ豫メ2.5分目ノ篩デ篩ヒ能ク混合シタモノヲ水稻ノ場合ニハ6 kg ヲ秤取シ朝顏型鉢ニ塡充シタ。里芋ノ場合ニハ 16 kg ヲ秤取シ磁製「ポツト」ニ塡充シタ。但シ里芋ハ、生育ノ進ムニ從ヒ培土ノ必要ガアルカラ、初メ 14 kg ノ土壤ヲ塡充シ、適時ニ培土ノ意味ヲ以テ數次ニ2 kg ヲ追加シ終ニ 16 kg トシタ。

b. 供試肥料：硫酸「アンモン」$(NH_4)_2SO_4$, 又ハ硝酸「ソーダ」$NaNO_3$, 燐酸一石灰 $CaH_4P_2O_8 \cdot H_2O$ 硫酸「カリ」K_2SO_4, 硫酸第一鐵 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. 此等ノ肥料物料ハ、總テ化學的純粹ノモノヲ充用シタ。

c. 試驗區ノ設定：試驗區ノ設定ニ當リ水稻及里芋ニ就テ同一ノ試驗區ヲ設定シタガ、土壤ノ塡充量ガ前述ノ如ク兩作物デ各異ルノデ、一「ポツト」當要素量ハ當然異ツテキル。

第 1 表 **水稻試驗區ノ肥料要素用量**

1「ポツト」當要素量(g)

試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3	試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3
1	アンモニア態	1.0	1.0	1.0	0	9	硝酸態	1.0	1.0	1.0	0
2	同	1.0	1.0	1.0	0.6	10	同	1.0	1.0	1.0	0.6
3	同	1.0	1.0	1.0	0.9	11	同	1.0	1.0	1.0	0.9
4	同	1.0	1.0	1.0	1.2	12	同	1.0	1.0	1.0	1.2

試驗區番號	窒素の形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3	試驗區番號	窒素の形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3
5	アンモニア態	1.0	1.0	0	1.2	13	硝酸態	1.0	1.0	0	1.2
6	同	1.0	1.0	0.6	1.2	14	同	1.0	1.0	0.6	1.2
7	同	1.0	1.0	0.9	1.2	15	同	1.0	1.0	0.9	1.2
8	同	1.0	1.0	1.2	1.2	16	同	1.0	1.0	1.2	1.2

第2表 里芋試驗區ノ肥料要素用量

1「ポット」當要素量(g)

試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3	試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3
1	アンモニア態	1.0	1.0	1.0	0	8	硝酸態	1.0	1.0	1.0	0
2	同	1.0	1.0	1.0	0.5	9	同	1.0	1.0	1.0	0.5
3	同	1.0	1.0	1.0	1.0	10	同	1.0	1.0	1.0	1.0
4	同	1.0	1.0	1.0	1.5	11	同	1.0	1.0	1.0	1.5
5	同	1.0	1.0	0	1.5	12	同	1.0	1.0	0	1.5
6	同	1.0	1.0	0.5	1.5	13	同	1.0	1.0	0.5	1.5
7	同	1.0	1.0	1.0	1.5	14	同	1.0	1.0	1.0	1.5

試驗區ハ6重式トナシ、肥料ハ總テ基肥トシテ施シタ。施肥後4日目ニ豫メ無肥料珪砂七ニ直播シテ仕立タ水稻ノ苗ヲ挿植シタ。苗ハ約 10cm ニ伸長シタモノデ、發育ガ健全デ均等ノモノヲ選ビ一鉢宛5本ヲ1株トシテ挿植シタ。里芋ハ大サ均等ナモノヲ選ンデ 10cm 位ノ深サニ埋植シタ。其他ハ總テ第2—3報ト同樣ナ準備ヲシタ。

4. 管理：植木鉢ハ肥料試驗室網室內ニ置キ、力メテ外異ノ條件ト異ナラナイ樣ニ管理シタ。但シ里芋ハ水田栽培ニ適シ土壤ノ狀態ヲ常ニ均一ニ保ツ爲メニモ便利ナモノデアルカラ、過剩ニ水ヲ注イデ水田狀態ニ於テ管理シタ。又、里芋ハ地上部ノ發育スルニ從ツテ培土ヲ行ヒ發達ヲ促シタ。

5. 生育並ニ收量調査：生育並收量調査ハ定時ニ之ヲ行ヒ必要ニ應ジテ植物體ヲ收穫スル際ニハ土砂ヲ良ク洗ヒ、根部ヲ可及的損傷シナイ樣ニ取ツタ。而シテ地上部ト地下部トヲ切離シ各部ニ付キ水分ヲ除イテ秤量シ新鮮物量トシタ。新鮮物ノ一部ヲ取ツテ水分ヲ檢定シ乾燥物量ヲ秤量シタ。他ノ新鮮物ノ一定量ハ試料トシテ化學的試驗ニ充用シタ。尙生育、收量並ニ出穗調

査樣式ハ總テ前報ニ準據シタ。

(乙) 水稻幼植物試驗

Neubauer 氏法ニ準據シ熱濃鹽酸ニテ處理洗滌シタ珪砂ヲ始メ水道水ニテ洗ヒ後蒸溜水ニテ鹽素ノ反應ガ無クナルマデ良ク洗滌シ、其乾燥砂600g ヲ秤量シ、硝子皿ニ取リ同一試驗區ハ、四重式トシタ。而シテ各皿ニ水稻con中65號種ノ籾ヲ 100 粒宛直播シ、コレニ肥料要素ヲ加ヘ播種後、每日蒸發スル水分ヲ補ツテ常ニ一定ニ保チ、生育日數ヲ播種後18日間トシタ。肥料ハ前述ノ「ポット」栽培試驗ニ用ヒタモノト同一種類ノモノヲ使用シタ。卽チ「硫酸アンモン」又ハ硝酸「ソーダ」、燐酸一石灰、「硫酸カリ」、硫酸第一鐵等デアル。而シテ窒素ノ形態ヲ異ニシテ「アンモニア」態窒素又ハ硝酸態窒素ヲ設ケ、「カリ」ト鐵トノ施用比率ヲ換ヘテ其ノ對抗作用ヲ檢ベタコトハ、「ポット」栽培試驗ノ場合ト同樣デハアルガ、只其ノ一鉢宛要素量ガ、當然「ポット」栽培試驗ノ場合ヨリモ僅少デアツテ、其ノ要素施用量ノ範圍モ酸化物トシテ0カラ 100mg マデニ止メ次表ニ示ス通リデアル。

第3表 水稻幼植物試驗區ノ肥料要素用量

1皿宛要素量(mg)

試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3	試驗區番號	窒素ノ形態	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3
1	アンモニア態	50	50	50	0	13	硝酸態	50	50	50	0
2	同	50	50	50	10	14	同	50	50	50	10
3	同	50	50	50	25	15	同	50	50	50	25
4	同	50	50	50	50	16	同	50	50	50	50
5	同	50	50	50	75	17	同	50	50	50	75
6	同	50	50	50	100	18	同	50	50	50	100
7	同	50	50	0	50	19	同	50	50	0	50
8	同	50	50	10	50	20	同	50	50	10	50
9	同	50	50	25	50	21	同	50	50	25	50
10	同	50	50	50	50	22	同	50	50	50	50
11	同	50	50	75	50	23	同	50	50	75	50
12	同	50	50	100	50	24	同	50	50	100	50

播種後、18日ヲ經過シタ時收穫ヲ行ヒ根毛ヲ損傷シナイ樣ニ注意シテ水洗シ草丈及根長ヲ測定シテ後直ニ兩部ヲ切離シテ夫々ノ新鮮物ノ重量ヲ秤量

シタ。

(B) 理化學的實驗

a. 組織ノ酸化還元電位及 pH ノ測定：Ross[7] 及 Arenz[8] ノ方法ニ準據シ、20g ノ新鮮材料ニ 8 c.c ノ H_2O ト 4c.c ノ Toluol トヲ加ヘ乳鉢デ磨碎シテ壓搾汁ヲ調製シ Michaelis 法ニ從ツテ白金電極[10] ヲ挿入シ嫌氣的ニ飽和甘汞電極ヲ標準トシテ Eh ヲ測定シ、pH ハ電氣的測定ニ依ツタ。

b. 組織ノ酵素作用就中「カタラーゼ」ノ活力ノ測定：1 % H_2O_2 液 1 cc、Buffer[11][12][31] 液 (pH=6.5) 3cc ニ酵素懸濁液 1g ヲ加ヘテ一定量トナシ 30℃ デ一定時間作用サセタ後、H_2SO_4 (1 : 3) 5cc ヲ加ヘテ反應ヲ止メ、KI 液 5cc ヲ加ヘ殘存セル H_2O_2 ニヨリ遊離サレタ I ヲ N/10 $Na_2S_2O_3$ ヲ用ヒ 1 % 澱粉液ヲ指示藥トシテ定量シタ。尚、同時ニ酵素力ヲ破壞シタ對照區ヲ作ツタ。

c. 土壤溶液ノ酸化還元電位並 pH

Brown[13] 及澁谷氏等[14] 法ニ從ツテ地上部收穫後、土壤 3g ヲ取リ、水 9cc 加ヘ懸濁液ノ酸化還元電位 Eh ヲ求メタ。同時ニ pH ヲ電氣的ニ測定シタ。

III 實驗成績

(A) 窒素ノ形態ヲ異ニシ、アンモニア態並ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻生育上ニ於ケル「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用

1, 生育、出穗並ニ收量調査

a) カリヲ充分ニ供給シタ場合鐵鹽類添加ノ影響

(イ) アンモニア態窒素ヲ用ヒタ場合

先ヅ生育調査ノ結果ヲ見ルト次ノ通リデアル。

(i) 生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係：水稻ノ生育期間中水稻ノ挿秧(8月19日)後、15日毎ニ 8 回ニ亙リ、草丈分蘗並ニ根長ニ就キ調査ヲ行ツタ。

第 4 表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、水稻ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈 (cm)				分蘗				根長 (cm)			
	試驗區番號				試驗區番號				試驗區番號			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Fe_2O_3 0 g	Fe_2O_3 0.6g	Fe_2O_3 0.9g	Fe_2O_3 1.2g	Fe_2O_3 0 g	Fe_2O_3 0.6g	Fe_2O_3 0.9g	Fe_2O_3 1.2g	Fe_2O_3 0 g	Fe_2O_3 0.6g	Fe_2O_3 0.9g	Fe_2O_3 1.2g
15 日	43	40	41	40	5	5	5	5	—	—	—	—
30 日	70	66	66	66	17	17	16	15	—	—	—	—
45 日	93	91	87	87	22	20	19	19	—	—	—	—
60 日	94	93	92	90	25	22	20	19	—	—	—	—
75 日	95	94	95	92	27	23	21	19	34	31	31	31
90 日	103	101	104	99	21	18	18	16	—	—	—	—
105 日	104	103	104	99	21	18	18	16	—	—	—	—
120 日	104	103	104	99	21	18	18	16	39	36	36	34

草丈：榮養期ニ於テハ草丈ハ $FeSO_4$ ノ添加量ニヨツテ影響ヲ受ケルコトガ少ク大差ナイト見做シテヨイ、コレハ第 2 報ノ結果ト同樣ナ傾向デアル。又生殖期ニ於テハ榮養期ト同樣ナ傾向デアル。次ニ挿秧後 30 日目頃カラ草丈ハ急激ニ伸長シテ 60 日目頃ノ最高分蘗期ヲ過ギルト、草丈ハ急激ニ伸長シテ 60 日目頃ノ最高分蘗期ヲ過ギルト、草丈ノ伸長ハ最高ニ達シテ以後其儘ニ維持サレテキル。何レニシテモ榮養及生殖時期ニ於テハ草丈ニ及ボス可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ハ顯著デハナイ。然ルニ根長ハ $FeSO_4$ ノ施用量ノ增加ニヨツテ概シテ遞減スル傾向ヲ示シテキル。即チ可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ガ地上部ヨリモ地下部ノ伸長ヲ障礙シテキルコトガ判ル。

分蘗：最高分蘗期マデハ可溶性鐵鹽類ノ施用ニヨツテ分蘗ハ減少シテクル。コレモ第 2 報ノ結果ト同樣ナ傾向デアル。更ニコノ時期ヲ過ギテ生殖期ニ入ツテカラハ有效分蘗ガ減ジ無效分蘗ガ增シテクルカラ、コレハ明ニ可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ニヨルモノト思ハレル。

斯樣ニ $FeSO_4$ 及 K_2SO_4 ガ一系內ニ溶存スルトキハ、今迄ノ實驗ニヨルト複鹽ヲ形成シテ「カリイオン」ノ解離度ヲ減少シテ植物ノ攝取利用ヲ困難ナラシメ、溶液ノ濃度ガ大トナツテ複鹽ノ沈澱ヲ來タス樣ニナレバ、一層顯著トナル。若シ更ニ複塩ノ生成ニ當量ナ「カリ」ノ量ヨリモ多量ニ鐵鹽類ノ存在スルトキハ、益々鐵鹽類ニヨル障礙作用ヲ大ナラシメル。

(ii) 出穗時期ト穗揃日數トノ關係：

第 5 表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合水稻ノ出穗時期ト穗揃日數

試驗區	Fe_2O_3用量(g)	出穗始（月 日）	穗揃期（月 日）	穗揃日數	穗數
1	0.	10. 7	10. 15	8	18
2	0.6	10. 10	10. 18	11	16
3	0.9	10. 7	10. 17	10	16
4	1.2	10. 6	10. 17	11	16

上表ニヨツテ判斷スルト $FeSO_4$ 添加量ヲ增シテモ出穗期ニハ大差ガナイ。換言スレバ榮養期間ハ鐵鹽類ノ施用ニヨツテ長短ヲ示サナイ。然ルニ出穗シ始メテカラ穗揃ニ達スル時期卽チ穗揃日數ハ全般的ニ鐵鹽類ヲ施サナイ場合ニ比ベテ其ノ用量トハ作ハナイガ槪シテ遲ラセ從ツテ成熟ノ遲延ヲ來タス傾向ガアル。卽チ可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ハ生殖器官ノ發達ニ顯著ニ顯ハレルワケデアラウ。

(iii) 生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係：水稻ノ各器官ニ及ボス可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ヲ生育時期別ニ重量的ニ檢討シテ見ルト次表ノ通リデアル。

第 6 表 **「アンモニア」**態窒素ヲ用ヒタ場合**水稻**ノ生育時期ト各器官ノ重サ

1株宛乾物量(g)

試驗區番號	Fe_2O_3用量(g)	最高分蘖期 全重	指數	葉重	指數	根重	指數	收穫期 全重	指數	葉重	指數	根重	指數	穗重	指數
1	0.	50.0	100	34.9	100	15.1	100	93.2	100	35.5	100	16.2	100	41.5	100
2	0.6	41.4	83	27.7	79	13.7	91	84.5	91	31.1	88	15.4	95	38.0	92
3	0.9	38.9	78	25.2	72	13.7	91	78.8	85	27.8	78	14.2	88	36.8	89
4	1.2	36.4	73	25.7	74	10.7	71	74.6	80	27.7	78	13.1	81	33.8	81

第 6 表デ見ル樣ニ**最高分蘖期**ニ於ケル全重量ハ、$FeSO_4$ ノ添加量ヲ增スト槪シテ低下ノ傾向ガアル。葉(藁)重量ハ $FeSO_4$ ノ添加量ヲ增スト減少ノ傾向ガアルガ、$FeSO_4$ ノ施用量ヲ遞增シテモ遞減率ハ竝行シテ大トナラナイ。

根重量モ $FeSO_4$ ノ添加量ヲ增スト同時ニ減少ノ傾向ヲ示ス。斯ノ如ク水稻ノ地上部竝ニ地下部ノ發育上ニ及ボス $FeSO_4$ ノ障礙作用ガ夫々ノ重量ニモ反映シテクルコトハ首肯セラレル所デアル。

次ニ**收穫期**ニ於ケル全重量葉(藁)重量、根重量ハ最高分蘖期ト同樣 $FeSO_4$ ノ添加量ヲ增スト減少ノ傾向ヲ示シテヰル。而シテ穗重ハ鐵鹽類ノ過剩ニヨリ、生殖器官ノ發達ノ遲速竝ニ其生理ニモ障礙作用ヲ及ボシテ穗數ノ減少ヲ來タシ、又種實ノ充實ヲ不良ニスルカラ、惹イテハ穗重ニモ影響ヲ及ボシテクル。

之ヲ要スルニ「アンモニア」態窒素ヲ窒素源トシテ用ヒタ場合ニハ、假令土壤溶液中ニ有效性カリノ充分ナ量ガ存在シテヰテモ、可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ共存スル場合ニハ、障礙作用ヲ呈スルコトヲ知ツタ。然モコノ障礙作用ハ、榮養體ノ發育ノ最モ盛ンナ最高分蘖期ニ於テスラモ、草丈ニ比シ分蘖ヲ抑制シ、惹イテハ莖葉全重ノ減少ヲ來タス。更ニ生殖期ニ入ツテモ、其ノ生殖器官ノ發育竝ニ生理ニ惡影響ヲ及ボシ、出穗日數ヲ遲延セシメ且、穗重等ヲ減少サセルコトニナル。

(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

(i) 生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係：「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同一時期ニ同一樣式デ調査ヲ行ツタ。其ノ結果ヲ第 7 表ニ揭ゲル。

第 7 表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ**水稻**生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈(cm) 試驗區番號 9 Fe_2O_3 0 g	10 Fe_2O_3 0.6g	11 Fe_2O_3 0.9g	12 Fe_2O_3 1.2g	分蘖 試驗區番號 9 Fe_2O_3 0 g	10 Fe_2O_3 0.6g	11 Fe_2O_3 0.9g	12 Fe_2O_3 1.2g	根長(cm) 試驗區番號 9 Fe_2O_3 0.g	10 Fe_2O_3 0.6g	11 Fe_2O_3 0.9	12 Fe_2O_3 1.2g
15日	36	34	33	28	5	5	5	5	—	—	—	—
30日	90	82	81	72	13	11	10	7	—	—	—	—
45日	92	87	86	82	13	11	10	9	—	—	—	—
60日	94	88	85	84	13	12	10	9	—	—	—	—
75日	96	96	90	94	12	10	10	10	34	32	36	32
90日	96	96	90	94	12	10	10	10	—	—	—	—
105日	96	96	90	94	12	10	10	10	—	—	—	—
120日	96	96	90	94	12	10	10	10	37	33	33	32

草丈：「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト異ツテ目ニ付クコトハ、生育ノ初期ニ草丈ノ伸長ガ早イコトデアル。榮養期ニ於テハ、$FeSO_4$ ノ添加量ヲ增シテ行ケバ、草丈ガ多少減少シテ行ク傾向ガアリ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリハ、其傾向ガ明デアル。然シ乍ラ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣、可溶性鐵鹽類ニヨル障礙作用ハ、草丈ノ伸長ニハ大シタ影響ヲ及ボサナイト云フコトガ出來ル。但シ「アンモニア」態窒素ヲ施シタ場合ノ葉ハ、暗綠色ヲ呈シ且、矮小ナノニ反シ、硝酸態窒素ヲ施シタ場合ニハ、黃綠色デアリ、然モ硝酸

態窒素ガ水稻ノ窒素源トシテ有效デナイ爲メニ萎黄 Etiolation ノ狀態ヲ呈シテヰルモノモアル樣ニ見エル。

分蘖：分蘖ニ就テ見ルト硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ最高分蘖期ニ早ク達スルガ、窒素ノ形態ニ基ク有效性ニ關係スルモノト認メラレル。又此場合ニ分蘖數ハ全般的ニ少イガ、$FeSO_4$ ノ添加量ヲ增シテ行クト分蘖ガ總ニ抑制セラレル。此現象ハ可溶性鐵鹽類ニヨル障礙作用ニ依ルモノト認メラレル。後ニモ述ベル樣ニ水稻ハ「アンモニア」性植物 Ammophile plants デアルカラ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、榮養體ノ生長ガ旺盛デアルガ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ハ、二重ノ障礙ノ爲メ、生育ガ一層不良トナルワケデアル。生殖期ニ於テハ、鐵鹽類ノ過剰ハ分蘖ヲ抑制スルガ、鐵鹽類ノ施用量トノ間ニ比例的關係ヲ見ナイ。

根長：根長ニ就テ觀ルト、$FeSO_4$ ノ多量ハ、根ノ發育竝ニ伸長ニ障礙作用ヲ呈シテヰル樣ニ思ハレル。「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ、根長ニハ長短ガナイ。

(ii) 生育時期ト穗揃日數トノ關係：榮養期カラ生殖期ニ入ツテ、可溶性鐵鹽類ガ、如何ナル障礙作用ヲ及ボシテヰルカヲ、硝酸態窒素ヲ「用ヒタ場合ニ就テ考察シテ見ルト第8表ノ樣ニナル。

第8表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ出穗時期ト穗揃日數

試驗區番號	Fe_2O_3用量(g)	出穗始(月 日)	穗揃期(月 日)	穗揃日數	穗數
9	0.	10. 10	10. 17	7	12
10	0.6	10. 8	10. 19	11	10
11	0.9	10. 13	10. 29	16	10
12	1.2	10. 15	10. 31	16	10

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ、$FeSO_4$ ヲ增セバ穗揃日數ガ長クナリ、且ツ穗數ガ減少スル傾向ガアル。又出穗期ノ始マリガ、$FeSO_4$ ノ添加ニヨツテ遲延スルト云フコトハ、榮養期ガ長クナルコトヲ意味シ、同時ニ穗數ノ減少カラ察シテ、榮養器官ニ對スル障礙ト併セテ、生殖器官タル穗ノ形成ニモ障礙ヲ致スモノト見做スベキデアル。

(iii) 生殖時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係：先デ生育時期別ニ水稻ノ各器官ノ重サカラ、可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ヲ檢討シテ見ル。

第9表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻ノ生育時期ト各器官ノ重サ

1株宛乾物量(g)

試驗區番號	Fe_2O_3用量(g)	最高分蘖期						收穫期							
		全重	指數	葉重	指數	根重	指數	全重	指數	葉重	指數	根重	指數	穗重	指數
9	0.	25.3	100	18.5	100	9.8	100	40.8	100	19.8	100	7.0	100	14.4	100
10	0.6	19.0	75	14.4	78	4.6	68	35.9	86	17.2	87	6.5	93	12.2	85
11	0.9	12.6	50	8.4	45	4.2	62	32.3	79	17.3	87	5.6	80	10.7	74
12	1.2	10.2	40	6.9	37	3.3	49	31.2	76	17.6	89	5.0	70	8.6	60

最高分蘖期ニ於ケル「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ、減少ノ傾向ガアリ又「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリハ顯著デアル。

葉重量ハ顯著ニ減少シ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ著シイ。根重量ハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ顯著ニ減少スル。斯樣ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ハ「アンモニア」態窒素ノ夫ニ比ベテ、各器官ノ重サカラ見テモ可溶性鐵鹽類ニヨル障礙作用ガ大キイ。コレハ窒素ノ利用ノ惡イ上ニ、「カリ」トノ對抗作用ニ基ク鐵ノ障礙作用トガ、二元的ニ顯現シテヰルモノト云フコトガ出來ルデアラウ。加フルニ $FeSO_4$ ノ解離度ガ恐ラクハ硝酸態窒素ノ場合ニハ、養媒ニ於テ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ大ナルタメニ障礙作用ガ一層大トナルコトモ推定セラレルガ他日ノ實驗ニヨツテ證明シナケレバナラナイ。

次ニ收穫期ニ於テハ鐵鹽類ノ添加量ヲ增スト、全重量ハ最高分蘖期ニ於ケルト同樣ニ減少スル、而シテ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ著シイ。蓋シ度々述ベタ樣ニ水稻ハ「アンモニア」性植物デアルコトニ注意シナケレバナラヌ。葉重量ハ又同樣ナ傾向デハアルガ、最高分蘖期程デハナイ。「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ重量ガ小サイノガ特長デアル。根重量ハ最高分蘖期ト同樣ナ傾向ヲ示シ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ減少ノ傾向ガ稍々大デアル。

穗重量ハ「アンモニア」態窒素ニ比ベテ減少程度ガ大デアル。即チ生殖期ニ於ケル穗揃日數ノ遲延ト穗數ノ減少ハ、熟度ノ遲延ト穗ノ內容ノ充實度ノ不足ヲ來タシテ、是ガ穗重量ノ減少ヲ招來スルコトニナル。

之ヲ要スルニ、水稻ニ對シ土壤溶液中ニ、假令有效性「カリ」ガ充分ニ存在シテヰテモ鐵鹽類ガ過剰ニ存在シテヰル時ニハ、同時ニ施シタ窒素ノ形態ガ「アンモニア」態タルト硝酸態タルトヲ問ハズ障礙作用ヲ呈シ、殊ニ後者ノ場合ニ著シイ。即チ先ヅ榮養期ニ於テハ草丈ノ伸長ニハ大差ヲ認メナイガ分蘖ヲ抑制シ、更ニ生殖期ニ入ツテ穗ノ發育及成熟ニ影響ヲ及ボシ、出穗日數及穗重ニ著シク障礙ヲ及ボシテクル。

b) 鐵鹽類ノ過剩ニ存在スル場合「カリ」添加ノ影響

(イ)「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合

(i) 生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係。

第10表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、水稻ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈 (cm)				分蘖				根長 (cm)			
	試驗區番號				試驗區番號				試驗區番號			
	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
	K_2O 0 g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1.2g	K_2O 0 g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1.2g	K_2O 0 g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1.2g
15 日	32	33	34	35	5	5	5	5	—	—	—	—
30 日	53	56	58	60	13	14	14	14	—	—	—	—
45 日	79	84	87	89	19	21	23	26	—	—	—	—
60 日	81	87	91	92	24	24	24	29	—	—	—	—
75 日	84	92	94	93	24	24	24	29	32	35	33	32
90 日	98	98	100	100	19	20	20	21	—	—	—	—
105 日	101	102	103	104	19	20	20	21	—	—	—	—
120 日	101	102	103	104	19	20	20	21	41	41	40	37

草丈：鐵鹽類ガ、水稻ニ對シ障礙作用ヲ與ヘル程度ニ過剩ニ存在スルトキ「カリ」ノ添加量ヲ增シテ行クト、「アンモニア」態窒素デハ、前項(a)ノ場合ノ樣ニ、「カリ」鹽類ノ充分ナ存在ノ下デ鐵鹽類ヲ與ヘタ場合ト同樣ニ、生育狀態ニ變化ヲ示シテクル。即チ先ヅ草丈ニ就テ見レバ、榮養期ニ於テハ、「カリ」ノ施用量ヲ增セバ、草丈ガ伸長シテクルノデアツテ、鐵鹽類ノ施用量ヲ增シタ場合トデハ相反スル現象ヲ示シテヰル。蓋シ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニヨル障礙作用ハ、「カリ」ノ施用ニヨツテ、對抗的ニ阻止シ得タワケデアリ、前報ノ結果トモ一致スル。最高分蘖期ヲ過ギテ生殖期ニ入レバ草丈ニ及ボス「カリ」添加ノ影響ハ、榮養期程顯著デナイ。恐ラク此時期デハ、「カリ」ノ生理的機能ハ、地上部ノ莖葉ニ效果ヲ致スヨリモ、生殖器官デアル所ノ穗ニ於テ效果ガ顯著デアルタメニ、草丈ニハ大差ガナクナルノデアラウ。

分蘖：草丈ト同樣ナ傾向ニアルガ、「カリ」施用ノ效果ハ大差ガナイ。鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ、分蘖ハ抑制セラレルガ、「カリ」ヲ施用スレバ、「カリ」ノ鐵鹽類ニ對スル對抗的效果ニヨツテ、分蘖ハ抑制セラレルコトハナクナルガ、シカシ其ノ效果ハ大キイモノデハナイ。

根長：「カリ」ノ施用量ヲ增シテモ、最高分蘖期ニ於テモ亦收穫期ニ於テモ、根

長ニハ大差ヲ示サナイ。$FeSO_4$ ノ施用量ヲ增シタトキニハ、根長ガ相當ニ大キク減少シタコトカラ見レバ、「カリ」ノ效果モ相當アルモノト見ラレル。

(ii) 出穗時期ト穗揃日數トノ關係：

第11表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ出穗時期ト穗揃日數

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	出穗始 (月 日)	穗戰期 (月 日)	穗揃日數	穗數
5	0.	10. 12	11. 2	21	17
6	0.6	10. 12	10. 31	19	20
7	0.9	10. 12	10. 27	17	21
8	1.2	10. 14	10. 30	16	19

上表ニヨツテ判斷スルト鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキ、「カリ」ノ施用量ヲ增シテ行クト、出穗始ノ時期ガ、「カリ」ノ一定量ニ鐵鹽類ヲ加ヘテ障礙作用ガ現ハレタ場合ニ比ベテ數日間遲イコトガ判ル。蓋シ鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキ、「カリ」ノ施用量ヲ增シテ行ケバ、旣ニ述ベタ樣ニ榮養體ノ發育ヲ良好ニスルト共ニ、來ルベキ生殖體ノ發育ニ備ヘテ、其ノ機構ヲ充實サセルカラ、從テ出穗ノ始ガ遲クナルノデアル。コノ現象ハ恰モ無肥料區ニ於テ榮養體ノ發育ガ不良デアツテ出穗ガ早ク始マル事實カラモ說明ガ出來ル。

扨テ出穗シ始メテカラハ、有效性「カリ」ノ量ガ增セバ穗揃ニ達スル日數ガ短縮サレテクルノヲ見ル。然モ穗數ガ增シテクルコトガ分ル。即チ「カリ」ガ生殖機構ニ好影響ヲ及ボシテクルタメニ、斯クナルノダラウト察セラレル。仍テ土壤溶液中ニ、鐵鹽類ノ過剩ニ存在スル場合ニ、「カリ」ノ適量存在スルトキニハ、鐵鹽ニヨル障礙作用ハ減退シ、「カリ」ノ量ヲ增スニ從ヒ、愈々小トナル。即チ K_2SO_4 ノ添加量ガ、一定限度ニ達スレバ、分蘖、穗數、籾及根ノ發達ガ良好トナリ、穗揃期ヲ促進スル。蓋シ鐵ノ如キ重金屬イオン[15-19]ガ、一定濃度ヲ超エルトキハ、植物細胞ノ原形質コロイドヲ凝固シ、生長機能ヲ阻害スル樣ニナルケレドモ、「カリイオン」ハ之ニ反シテ分散作用ヲ起シテ、細胞ノ機能ヲ完フセシメルト共ニ、前報ニ於テ述ベタ樣ニ、植物體中ニ過剩ニ吸收セラレタ鐵鹽類ハ、「カリ」ノ施用ニヨリ、非透析性ノ生理的ニ不活性デ安定ナ形態ヲ有スルモノガ、增シテクルタメニ、植物體ニ於テ生理的平衡ヲ保チ、「カリ」ト鐵イオントノ間ニ對抗作用ヲ現ハスニ至ルノデアル。

iii) 生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係：

第12表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ生育時期ト各器官ノ重サ

1 株宛乾物量(g)

試驗區番號	K_2O 用量(g)	最高分蘖期						收穫期							
		全重	指數	葉重	指數	根重	指數	全重	指數	葉重	指數	根重	指數	穗重	指數
5	0.	34.90	100	25.40	100	9.50	100	59.50	100	26.14	100	10.86	100	22.50	100
6	0.6	36.30	104	25.80	102	10.50	111	64.11	108	28.25	108	11.36	105	24.50	109
7	0.9	38.06	109	27.20	107	10.86	114	66.10	111	28.60	109	11.50	106	26.00	116
8.	1.2	40.90	117	26.40	104	14.50	153	68.33	115	28.63	110	16.40	151	24.30	108

A. 最高分蘖期 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合デ鐵鹽類ノ過剩ニ存在スル場合ニ「カリ」ノ添加量ヲ增シテ行クト次ノ樣ナ結果ヲ得タ。

a. 全重量　增加ノ傾向ヲ認メル。

b. 葉重量　增加ノ傾向ヲ認メル。

c. 根重量　葉重ヨリモ更ニ增加ノ程度ガ大キイ卽チ「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ地下部ノ根系ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用モ阻止スルコトガ出來ルカラ、根重ノ增加ヲ來タシタノデアラウ。

B. 收穫期

a. 全重量　最高分蘖期ニ於ケルト同樣ニ遞增スル。

b. 葉重量　全重量ト同樣ノ傾向ニアル。

c. 根重量　全重量ト同樣ナ傾向ニアル。

d. 穗重　「カリ」ノ施用ニヨツテ遞增ノ傾向ガアル。玆ニ於テモ亦鐵鹽類ノ障礙ニヨル穗重ノ減少ニ對シテ「カリ」ノ對抗的效果ヲ認メラレル。

之ヲ要スルニ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ於テ榮養及生殖期ヲ通ジテ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニヨリ惹起セラレタ障礙作用ハ「カリ」ノ適量ノ施用ニヨツテ土壤溶液中ニ於テハ鐵鹽類ノ解離度ヲ減少セシメ或ハ其濃度ノ高イ場合ニハ複鹽ヲ形成スルカラ障礙作用ヲ防グコトガ出來ルワケデアル。卽チ土壤溶液中ニ於ケル「カリ」ト鐵トノ解離度ノ變化並ニ植物體内ニ於ケル生理的平衡ガ「カリ」ト鐵トノ間ニ對抗作用ヲ生ジ鐵ノ障礙ニ對シテ「カリ」ノ對抗的效果ヲ發揮スルノデアル。

(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

(i) 生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係：

第13表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈(cm) 試驗區番號				分蘖 試驗區番號				根長(cm) 試驗區番地			
	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
	K_2O 0 g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1.2g	K_2O 0.g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1.2g	K_2O 0.g	K_2O 0.6g	K_2O 0.9g	K_2O 1 2g
15日	29	31	30	32	.5	.5	5	5	—	—	—	—
30日	79	84	84	88	12	14	14	14	—	—	—	—
45日	87	88	93	94	12	14	14	15	—	—	—	—
60日	87	88	93	94	13	14	16	15	—	—	—	—
75日	89	92	93	94	9	8	10	9	24	27	27	28
90日	89	92	93	94	9	9	10	9	—	—	—	—
105日	89	92	93	94	9	9	10	9	—	—	—	—
120日	89	92	93	94	9	9	10	9	32	37	37	34

草丈：鐵鹽類ガ水稻ニ對シ障礙作用ヲ與ヘル程度ニ過剩ニ存在スルトキ「カリ」ノ添加量ヲ增シテ行クト硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ「カリ」鹽類ノ充分量ノ存在ノ下デ鐵鹽類ヲ與ヘタ場合ト全ク相反スル生育狀態ヲ示シテクル。卽チ先ヅ草丈ニ就テ觀レバ榮養期ニ於テ「カリ」ノ施用量ヲ增セバ草丈ガ伸長シテクル樣デアルガ其ノ程度ハ大シタコトハナイ。「アンモニア」態窒素ノ場合ト比較スルト硝酸態窒素ノ場合デハ草丈ハ前者ヨリ早メニ急ニ伸長スルガ結局最後ノ草丈ハ「アンモニア」態窒素ニハ遙カニ速ク及バナイ。全般的ニ硝酸態窒素ハ「アンモニア」態窒素ニ比ベテ草丈ヨリ見ルト其ノ伸長ガ大キクナイ。結局水稻ガ「アンモニア」性植物ダカラ「カリ」ノ鐵鹽類ニ對スル對抗的效果ト兩々相俟ツテ草丈ガ硝酸態窒素ノ場合ニ比ベテ「アンモニア」態窒素デハ大キイノデアラウ。

分蘖：「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ「カリ」施用ニヨル分蘖ノ增加ハ大キクハナイガ鐵鹽類ノ施用量ヲ增シタ場合ニ分蘖ノ抑制セラレルコトカラ見レバ「カリ」施用ノ效果モ亦認メラレル。「アンモニア」態窒素ニ比ベルト全般的ニ分蘖モ少イ。

根長：根長ニ就テ見ルト「カリ」ノ施用量ヲ增シテモ最高分蘖及收穫期ニ於テ根長ノ增加ノ傾向ヲ認メウルトハイヘ大シタモノデナイ。　然シ乍ラ $FeSO_4$ の施用量ヲ增シタトキニハ根長ノ減少スル傾向ヲ示スコトヨリ見レバ「カリ」ノ效果モ亦相當ナモノデアルコトガ判ル。

(ii) 出穗時期ト穗揃日數トノ關係：

第14表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ出穗時期ト穗揃日數

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	出穗始（月　日）	穗揃期（月　日）	穗揃日數	穗數
13	0.	10. 20	11. 6	17	9
14	0.6	10. 14	10. 30	16	9
15	0.9	10. 11	10. 21	10	10
16	1.2	10. 19	11. 6	18	9

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ、鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキニ、「カリ」ノ施用量ヲ増セバ、「カリ」ノ充分ニ溶存スルトキ、鐵鹽類ノ過剩ニヨツテ障碍作用ヲ呈シタ場合ニ比ベテ、出穗始ガ早クナリ卽チ榮養期間ノ短縮ヲ示シ、生殖期ニ早ク入ル。次ニ出穗期ニ入ツテカラ穗揃ニ達スルマデノ日數ハ、概シテ「カリ」ノ施用ニヨツテ早メラレル傾向ガアルガ、顯著デハナイ。然ルニ可溶性鐵鹽類ノ添加用量ヲ増シタトキニハ穗揃ニ達スルマデノ日數ハ顯著ニ遲延スルカラ、コノ事實ト照合スト、「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ、出穗ヨリ穗揃ニ達スル速度ガ、増シテクルモノト考ヘラレルケレドモ、「アンモニア」態窒素ニ於ケル夫ト比較スレバ、更ニ小サイモノデアル。蓋シ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ於テハ、鐵鹽類ノ障碍作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ハ、「アンモニア」態窒素ノ夫ニ比シ顯著デハナイ。

(iii) 生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係：

第15表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ生生育時期ト各器官ノ重サ

1株宛乾物量(g)

試驗區番號	K_2O 用量(g)	最高分蘖期						收穫期							
		全重	指數	葉重	指數	根重	指數	全重	指數	葉重	指數	根重	指數	穗重	指數
13	0.	18.00	100	14.00	100	4.00	100	32.21	100	16.11	100	5.50	100	10.60	100
14	0.6	21.40	119	16.70	119	4.70	118	33.30	103	16.50	102	5.80	105	11.00	103
15	0.9	20.90	116	16.70	119	4.20	105	35.30	110	17.09	106	5.87	107	12.34	116
16	1.2	20.00	111	14.90	106	5.10	128	34.30	106	17.00	106	5.80	105	11.50	108

A. 最高分蘖期　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デ、鐵鹽類ノ過剩ニ存在スル場合ニ、「カリ」ノ添加量ヲ増シテ行クト次ノ樣ナ結果ヲ得タ。

a. 全重量　増加ノ傾向ヲ認メ得ル。増加ノ割合ハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ匹敵スルガ、然シ絶體量ハ、遠ク「アンモニア」態窒素ノ夫ニ及バナイ。

b. 葉重量　全重量ト同樣ナ傾向デアル。

c. 根重量　全般的ニ増加ノ傾向ヲ認メ得ルガ、「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比ベテ著シク根重ノ絶體量ノ少イノハ、地上部ニ比シ地下部ノ發育ガ惡イタメデアル。

B. 收穫期

a. 全重量：最高分蘖期ニ於ケルト同樣ニ増加ノ傾向ガアル。増加ノ割合ハ「アンモニア」態窒素ニ匹敵スルカ或ハ稍々劣ル程度デアルガ、然シ絶對量ハ、依然「アンモニア」態窒素ニ遠ク及バナイ。

b. 葉重量：増加ノ傾向ガアル。「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ増加率モ絶體量モ劣ル。

c. 根重量：葉重量ト同樣ニ多少ノ増加ハ認メラレル。

d. 穗重量：相當顯著ニ増加ノ傾向ヲ示スガ、「アンモニア」態窒素ト比較スレバ略々匹敵スル増加率ヲ示シテキル。然シ乍ラ其ノ絶體量ハ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ及バナイ。最終目的タル穗ノ重量ニ就テ見ルモ鐵鹽類ノ障碍作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ヲ認メルコトガ出來ル

之ヲ要スルニ窒素ノ形態ヲ異ニシ「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ニ於ケル「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用ヲ觀ルニ、窒素ノ形態ヲ異ニスレバ、其ノ對抗作用ニモ强弱ガアルコトガ認メラレタ。榮養期及生殖期ニ於ケル夫々ノ機構ノ消長ニ關シテ生育並收量調査ヲ行ツタ結果カラ見ルト、水稻ハ元來ガ「アンモニア」性植物デアルカラ、「アンモニア」態窒素ヲ施シタ場合ニハ硝酸態窒素ヲ施シタ場合ニ比ベテ勿論、本來ノ生育狀態モ良好デアリ、可溶性鐵鹽類ノ障碍作用モ後者ノ方ガ一層大キイ。又逆ニ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキ「カリ」ノ適量ノ存在スル時ニハ、窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ榮養及生殖期ニ於テ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニヨツテ惹起セラレタ障碍作用ヲ阻止スルコトガ出來ル。蓋シ既ニ述ベタ樣ニ、有效性「カリ」ノ適量ハ土壤溶液中デ、「カリ」ト共存スル鐵鹽類ノ解離度ヲ減少セシメ、或ハ是等鹽類ノ濃度ノ高イ場合ニハ、複鹽ヲ形成スルコトニヨツテ、其ノ障碍作用ヲ阻止シ得ルモノデアル。更ニ土壤溶液中ニ於ケル「カリ」ト鐵トノ解離度ノ變化ニヨルバカリデナク、又植物體内ニ於ケル生理的平衡ガ「カリ」ト鐵トノ間ニ對抗作用ヲ樹立シ鐵鹽類ノ障碍作用ニ對スル對抗的效果ヲ「カリ」ガ發揮スルコトニナル。

然シ乍ラ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ方ガ、鐵鹽類ノ障碍作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ガ硝酸態窒素ノ夫ヨリ榮養及生殖期ヲ通ジテ、夫々ノ機構ノ活力消長ヨリ考察シテ大キイコトガ分ル。蓋シ「アンモニア」性植物タル水稻ニ「アンモニア」態窒素ヲ供給スレバ、其量ニ從ツテ組織ノ酸化還元電位[(2)]ハ還元電位ヲ高メ、榮養體ノ生活力ヲ益々旺盛ニスルガ、「カリ」ノ添加ニヨツテ之ヲ低メルカラ榮養體ノ生活力ヲ弱メ、出穗結實ヲ促シ、「カリ」ト「アンモニア」態窒素ト

ノ間ニ適正ナ生理的平衡ヲナスノデ、「カリ」ノ效果モ亦顯著トナル。從テ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ハ、此ノモノニヨル肥效ト「カリ」ノ肥效トノ二重的效果ニヨツテ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ、鐵鹽類ニ對スル對抗的效果ガ顯著ナノデアル。

2. 植物體組織ノ酸化還元電位ノ變化

A. アンモニア態窒素ヲ用ヒタ場合

(イ) 榮養期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化

a) 有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ於ケル鐵鹽類添加ノ影響

「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ植物體內ノ生理的現象ニ如何ナル結果ヲ及ボスモノデアルカ、又如何ナル生理的機能ノ平衡ヲ保持シヨウトスルノテアルカニ就テ研究スル目的デ、植物體ノ榮養及生殖機構ノ活力消長ニ伴ツテ變化スベキ組織ノ酸化還元電位ノ變化ヲ測定シ對抗作用ノ全貌ヲ更ニ一段ト明ニシヨウト試ミタ。仍テ水稻ノ生育中、地上部ノ生長ガ最モ旺ンデ草丈及分蘖ノ最モ大キクナルト共ニ、「カリ」ノ肥效ノ最モ顯著ニ現ハレテクル第二期作ノ最高分蘖期ニ於テ、水稻組織ノ酸化還元電位ガ、土壤中ニ溶存スル可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ如何ニ變化スルカ、又有效性「カリ」ノ適量ノ施用ニヨツテ、障礙作用ノ對抗的ニ阻止サレルトキニ、如何ニ變化スルカニ就テ實驗研究シタ。先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、水稻ニ $FeSO_4$ ノ添加量ヲ增シテ行ツタ場合ノ水稻ノ葉及根ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ニ就テ得タ結果ヲ第16表ニ揭グル。

第16表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	Fe_2O_3 用量 (g)	葉 Eh (mv)	根 Eh (mv)
1	0.	— 85.5	— 83.2
2	0.6	— 102.0	— 99.1
3	0.9	— 101.5	— 92.6
4	1.2	— 102.0	— 92.6

H. Wieland[20][21] ハ生體ノ細胞ガ呼吸ニ際シ、呼吸基質中ニ結合シタ1分子ノ水ヲ活性化シテ、之ヲ分子狀酸素ニ賦與スル酵素ヲ脫水素酵素ト呼ンダ。

$AH_2+O_2 \rightarrow A+H_2O_2$ ニ於テ A ハ呼吸基質、H_2 ハ活性化水素、O_2 ハ分子狀酸素デアツテ、AH_2 ヲ Hydrogen Donator (水素賦與體) ト云ヒ、O_2 ノ樣ニ酸化能アルモノ換言スレバ水素ヲ容易ニ結合スル物質ヲ Hydrogen Acceptor (水素受納體) ト呼ンダ。斯樣ニ基質カラ水素ヲ奪フ場合ニハ、コノ作用ヲ脫水素作用ト (Dehydrogenation) 云フノデアツテ、生體ニ於テ行ハレル呼吸ノ原理モ脫水素反應ニアリトスル。而シテ茲ニ生ズル H_2O_2 ハ原形質ニ對シテ强ク有毒ニ働クカラ、生體ニ普通ナ Catalase ニヨツテ分解サレル。之ニ對シ O. Warburg[22][23] ハ初メ生體ノ呼吸ハ、重金屬ヲ含ム Hämin 樣物質ヲ主體トスル所謂呼吸酵素ガ酸素ヲ注性化シ、之ヲ呼吸基質ニ賦與スルト云フ酸素活性化ヲ唱ヘタガ、最近ハ基質ノ活性化ヲ考ヘテ Wieland 說トノ妥協ヲ行ツテヰルカノ樣デアル。結局酸化還元系ニ於テ、酸化還元電位 Eh ガ負ノ値ヲ示セバ示ス程、水素賦與體ト酸素受納體トノ間ニ電位差ノ開キガ生ジ、其ノ酸化還元系ハ水素運搬ガ均スタメニ强ク還元サレテ來ル。從テ O_2 ノ攝取卽チ呼吸作用ガ增シテクルワケデアル。尙、H. Wartenberg[21] ハ Active Fe^{III} ト Fe^{II} ノ比ガ、生理的酸化還元電位ヲ操ルモノデアルト云フ。尙加フルニ解離ノ弱イ Fe^{III}—Complex ヲ生成スル物質(例ヘバ有機酸)ノ濃度及解離ノ顯著ナ Fe^{III}—Complex ヲ生成スル所ノ陰「イオン」ノ濃度ガ電位ノ高低ヲ來タスモノデアル。從テ酸度ハ電位ニ關與シナイガ、酸性陰「イオン」ノ種類ガ關係シテクルト云フ。第16表ノ結果カラ見ルト、先ヅ葉ノ組織ノ Eh ハ假令、土壤溶液中ニ有效性「カリ」ノ充分ニ存在シテヰル時デモ、$FeSO_4$ ノ添加量ヲ增シテクルト減少スル傾向ガアル。卽チ還元電位 (Reduction Potential) ガ增シテクル。然シ $FeSO_4$ ノ用量ニハ必ズシモ比例的ニ還元電位ノ增加ヲ示サナイガ、$FeSO_4$ ヲ施サナイ場合ニ比ベテ增加シテヰル事實ハ認メ得ル。蓋シ土壤溶液中ニ $FeSO_4$ ノ過剩ガ存在スル時ニハ、植物體中ニモ亦多量ノ鐵ガ吸收セラレ障礙作用ヲ呈スルノデアリ、コノ際ニ鐵ハ恐ラク Fe^{II} トシテ (Fe^{III} デナクテ) 組織中ニ沈積シテ、安定ナ形態ヲトルコトナク、組織汁液中ヲ移行シテヰルモノト察セラレル。實際ニ、コノ點ニ關シテハ前報[5]ニ於テ述ベタ樣ニ、土壤溶液中ニ鐵鹽類ガ過剩ニ溶存シ「カリ」ノ施用セラレナイ場合ニハ、乾物中ノ透析性鐵ノ%ガ高ク非透析性ノ安定ナ形態ヲ有スル所ノ鐵ノ%ガ低イコトカラモ、推察シ得ルトコロデアル。從テ水稻ノ葉ノ組織中ニ Fe^{III} ニ對シ Fe^{II} 或ハ有機鐵複合體 (Organic iron com plex) ヲナシテヰル所ノ不安定ナ形態ノモノガ多クナリ非透析性ノ安定ナモノガ減少スル結果、Eh ハ減少シ還元電位ノ增加ヲ來タスモノト思ハレル。卽チ Eh ノ減少ハ、酸化還元系 (Redoxsystem) 中ノ被酸化物ガ分子狀酸素 (Molecular Oxygen) ニヨツテ飽和サレテヰナイ狀態ニアル所ノ現象ヲ意味シテヰル。結局、

酸化還元系ニ於テ酸化還元電位Ehガ負ノ値ヲ示セバ示ス程、水素賦與體(H_2—Donator)ト水素受納體(H_2—Acceptor)トノ間ノ電位差ニ差異ヲ生ジ、其ノ酸化還元系ハ水素運搬(H_2—Uebertragung)ガ増スタメニ、强ク還元サレテクルカラ、O_2 ノ攝取卽チ呼吸作用ガ増シテクルガ、併シ乍ラ逆ノ場合ニハ反ツテ減少スルワケデアル。

次ニ此點ニ關シ確證ヲ得ル目的デ有效性「カリ」ノ充分ニ存在スル場合ニ $FeSO_4$ ノ添加量増加ニ伴フ水稻幼植物ノ組織ノ酸化還元電位ト呼吸作用ノ變化ヲ砂耕試驗法ニヨリ試驗シタ所、次ノ樣ナ結果ヲ得タ。

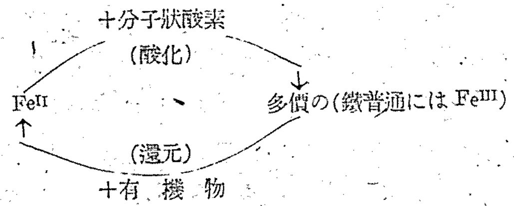
第17表 **「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合水稻幼植物ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化並ニ呼吸量**

試驗區番號	Fe_2O_3 用量(g)	葉 生體量(g)	葉 Eh (mv)	根 生體量(g)	根 Eh (mv)	呼吸量 CO_3mg/1g生葉/2時間
1	0	5.26	− 109.3	1.39	− 60.7	3.73
2	10	5.06	− 115.6	1.37	− 67.4	3.82
3	25	5.01	− 123.3	1.40	− 81.4	3.98
4	50	4.67	− 118.4	1.00	− 46.6	4.07
5	75	4.60	− 115.6	1.05	− 65.5	4.53
6	100	4.51	− 107.0	0.78	− 60.0	4.07

上表ニヨツテ見ルト、上述ノ水稻ノ榮養期ノ最高分蘖期ニ於ケルト同樣ニ $FeSO_4$ ノ施用ニヨツテ、葉ノ組織ノEhハ減少スル傾向ヲ認メルコトガ出來ル。換言スレバ、葉ノ組織ノ還元電位 (Reduction Potential) ガ増加スルコトヲ意味スル。而シテ呼吸量ニ就テ見ルト $FeSO_4$ ノ用量ヲ増セバ遞増スル傾向ガアル。蓋シ先程述ベタ樣ニ、酸化還元系ガ還元サレテクレバクル程、O_2 ノ攝取卽チ呼吸作用ガ増シテクルワケデアル。茲デ今少シク組織ノ酸化還元電位ノ機構ト呼吸作用トノ關係モ就テ旣往ノ文獻ニヨツテ觸レテ見ヨウ。

今一ノ系ノ生理的酸化例ヘバ植物體組織ノ酸化還元系ニ於ケル呼吸作用ノ樣ナモノハ、攝取サレルベキ分子狀酸素ニ對シ、或種ノ接觸反應ガ行ハレルコトガ、必要デアルラシク考ヘラレテキル。卽チ生理的(25)條件ノ下デ行ハレル酸素結合ノ第一階梯ハ、一種ノ界面現象デアツテ、コレニヨツテ被酸化物ガ或觸媒ノ存在デ不安定ナ酸素ニ富ンダ型ニ導カレルモノト思ハレル。然シ更ニ或程度以上ニ、コノ酸化物ガ集積スルト有機物ニヨツテ再ビ還元サレル。コノ接觸反應ニ與ル觸媒トシテハ、酵素 (Ehzyme) ガ考ヘラレテキルノデアツテ、Warburg(22)(23) ニヨルト呼吸酵素 Respiration enzyme ナルモノノ存在ヲ提唱シ

テキル。而シテコノ呼吸酵素ハ Iron porphyrin Compound デアツテ、KCN ニヨツテ其活力ヲ阻止サレルト云フコトデアル。更ニ Warburg ニヨルト、鐵ハ細胞ニ於ケル酸化作用ニ重要ナ役割ヲ演ズルモノデアツテ、呼吸細胞ノ中デハ模式的ニハ次ノ樣ナ作用ヲナシテキルノデアル。



卽チ分子狀酸素ガ Fe^{II} ト作用シテ、其際、鐵ノ高度ノ酸化狀態ノモノガ生ズル。コノ高度ノ酸化狀態ノ鐵(普通ニハ Fe^{III}) ハ有機物ノ存在ノ下ニ相互ニ作用シテ再ビ Fe^{II} ガ生成サレル。コノ順環經路ニ於テ酸化還元ノ變化ガ起ルワケデアリ、當然其處ニ呼吸細胞系内ノ酸化還元電位ニ影響ヲ及ボスモノデアル。然シ乍ラ、實際ニハ生體内デハコノ矢ノ示ス樣ナ簡單ナ反應ガ進行スルノデモ無カラウシ、又直接ニ有機物ト分子狀酸素モ亦反應シナイデアラウト云ハレテキル。

結局、呼吸系内ノ鐵ト云フモノハ、前述ノ如ク有機結合ヲナシテキル例ヘバ Häminkörper (Klein 氏ノ所謂 Cytochrom) デアツテ生體ノ酸化又ハ還元ノ際ニ觸媒トシテ働クト云フコトデアル。

仍テコノ Warburg ノ説ニヨツテ推論シテ行ケバ、本實驗ニ於テモ「カリ」ノ充分量ガ土壤溶液中ニ存在スルトキ、$FeSO_4$ ノ添加量ヲ増スト還元電位ノ増加スルコトカラ考ヘレバ、呼吸系内ニ於テ鐵ハ Fe^{II} トシテ存在スベキコトヲ暗示スル。コノ Fe^{II} ハ分子狀酸素 (Malecular Oxygen) ニ會ヘバ直ニコレト界面的ニ結合シ、暫定的ニ不安定ナ酸素ニ富ンダ型ノモノトナルノデアラウ。此際ニ、呼吸作用ガ増シテクルワケデアル。更ニ或程度以上ニ、コノ酸化物ガ集積スルト再ビ呼吸作用ノ減少ニヨツテ還元サレ Fe^{II} トナルノデアラウ。事實 $FeSO_4$ ヲ以テ Fe_2O_3 ヲ 100mg 與ヘルト、還元電位ガ増スコトナシニ、寧ロ多少減少シ呼吸作用モ亦減少シテクルノハ、コノ邊ノ事情ヲ物語ツテキルノデハアルマイカ。

之ヲ要スルニ、可溶性鐵鹽類ノ施用量ヲ増スト、水稻ノ葉組織ノ酸化還元系内ノ鐵「イオン」ガ、F^{II} ヨリ Fe^{III} ヘノ變化ヲ行ツテキル間ハ呼吸系ノ呼吸作用ガ増シテクルト同時ニ、一方變化シタ Fe^{III} ガ細胞原形質ノ Permeability ヲ阻害シ遂ニハ之ヲ凝固セシムルタメニ、植物體ハ障礙作用ヲ受ケル樣ニナルノデアラウ。

次ニ根ノ組織ノ酸化還元電位ニ及ボス鐵鹽類ノ添加ノ影響ヲ見レバ,其用量ヲ增セバ,葉ノ組織ノ場合ト同様ニ,鐵鹽類ヲ加ヘナイ場合ニ比ベテ,Eh ガ減少スルカラ,從テ還元電位ガ增シテキルワケデアルガ,用量トノ間ニハ比較的關係ニ於テ還元電位ガ增加シナイ。之ヲ以テ觀レバ根毛組織ヲ通ジテ吸收セラレタ鐵ハ Fe^{III} ヨリモ Fe^{II} ノ濃度ガ酸化還元系ニ於テ高イタメニ還元電位ヲ生ジテキルノデアラウ。從テ恐ラク根ノ呼吸作用モ增シテクルモノト想ハレルガ,コノ點ハ實際ノ關係上測定シ得ナカツタノデ推論ニ止マル。呼吸組織中ノ Fe^{II} ハ水素受納體デアル分子狀酸素ト界面的ニ結合シテ,暫定的ニ不安定ナ酸素ニ富ンダ形態ノモノニナラウトスルカラ,呼吸作用モ亦增加スルデアラウト想ハレル。更ニ水稻幼植物ニ就テ見テモ,根ノ組織ノ酸化還元電位ハ最高分蘖期ノ夫ト同様ナ關係ニ在ル

之ヲ要スルニ「アンモニア」態窒素ニ於ケル有效性「カリ」ノ適量ガ,土壤中ニ溶存シテキテモ過剩ノ鐵鹽類ニヨツテ生育上,障礙作用ヲ呈スル場合ニハ水稻組織內ノ酸化還元系ノ Eh ハ減少スルカラ從テ還元電位ガ增スコトガ判ル。

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響

次ニ水稻ガ最高分蘖期ニ過剩ノ鐵鹽類ノ爲メニ障礙作用ヲ呈スルトキ,「カリ」ノ用量ヲ增シテ行クト,施シタ「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ,水稻ノ生育並收量ニ良好ナ結果ヲ齎ラシ,遂ニハ其ノ障礙作用ヲ阻止シ得ルコトヲ知ツタ。仍テコノ場合ニ於テ水稻組織ノ酸化還元電位ハ「カリ」ノ施用ニヨル對抗的效果ニヨツテ如何ニ變化スルカヲ見ヨウト思ツタ。其結果ハ第18表ニ示ス通リデアル。

第18表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒク場合水稻組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	葉 Eh (mv)	根 Eh (mv)
5	0.	− 123.0	− 92.4
6	0.6	− 116.8	− 90.6
7	0.9	− 87.0	− 84.7
8	1.2	− 87.5	− 84.9

是ニ因ツテ觀ルト葉ノ組織ノ酸化還元電位ハ「カリ」ノ用量ヲ增スト Eh ガ,增加ノ傾向ガアル。即チ酸化電位ガ增加スル傾向ガアル。是ト(a)ノ場合ノ鐵ノ用量ヲ增シタ場合ト比較スルト全ク相反スル現象ヲ示シテキル。蓋シ土壤中ニ「カリ」ノ適量ガ溶存シテキテモ,$FeSO_4$ ノ施用量ヲ增セバ 葉ノ組織中ニ吸收移行シタ鐵ハ,其組織ノ酸化還元系ニ於テ Fe^{II} ノ形態ヲトルモノト

想ハレル。從テ Fe^{II} ノ濃度ガ高マレバ還元電位ガ增シテクルト共ニ,分子狀酸素ノ結合ガ大キクナルカラ呼吸作用モ增加シテクル。之ニ反シ $FeSO_4$ ガ過剩ニ溶存シ障礙作用ヲ呈スルトキ,「カリ」ノ施用量ヲ增セバ,土壤溶液中ノ鐵鹽類ノ解離度ガ減少シ,時ニ叉複鹽ノ生成ヲ來タスカラ,植物體組織中ニ吸收セラレル所ノ活性ナ Fe^{II} ガ少クナリ,酸化電位ガ其組織ノ酸化還元系ニ於テ增加スル。

仍テ分子狀酸素トノ結合モ大キクハナイカラ,呼吸作用モ亦減少シシテクル(コノ事實ハ後デ述ベル)叉他方,假令 $FeSO_4$ ノ過剩ニヨツテ障礙作用ヲ呈スルトキ,「カリ」ノ施用ヲ缺ク場合ニハ,植物體組織ノ酸化還元系ノ Fe^{II} ガ增シ,分子狀酸素ヲ攝ツテ暫定的ニ不安定ナ Fe^{III} トナルタメニ,植物體細胞原形質ノ凝固ヲ來タシ障礙ヲ來タス。然ルニ「カリ」ヲ加ヘルト同化作用ガ增シ,茲ニ生成セラレタ有機物例ヘバ有機酸或ハ葡萄糖ノ樣ナ初生生產物ハ,分子狀酸素ヲ攝リ,生理現象ヲ旺盛ニスルト同時ニ,コレラノ生產物ニヨツテ,障礙ノ原因ヲナシテキタ所ノ Fe^{III} 叉ハ其ノ複合體ガ還元セラレテ Fe^{II} トナルカラ障礙作用ヲ阻止シウルノデアル。コノ點ニ關シテハ後述スル。更ニ考察スルナラバ,既ニ述ベタ樣ニ $FeSO_4$ ノ過剩ニ存在シナイ場合,「カリ」ノ施用量ノミヲ增シテ行ケバ,葉及根ノ組織ノ Eh ハ增加ヲ來タス。即チ酸化電位ガ增加スル傾向ガアル。然ルニ $FeSO_4$ ノ過剩ガ存在スルトキハ,度々述ベタ樣ニ「カリ」ノ有效性ガ阻止サレルカラ,組織ノ Eh モ減少シ,即チ還元電位ノ增加ヲ來タス樣ニナル。

尚最近 R. Hill[37] 及 R. Scarisbrick ニヨルト Fe^{III} ノ還元ニ關シ興味アル事實ヲ指摘シテキル。即チ Stellaria Media カラ分離シテ得タ Chloroplast ハ Fe^{III}—Potasium Oxalate 叉ハコレト Metahaemoglobin カラ,酸素ヲ發生セシメル事實カラ,Chloroplast ノ活力ヲ檢定セント試ミタ。而シテコノ場合ノ反應ハ $4Fe^{III} \rightarrow 4Fe^{II} + O_2$ 叉ハ $4Fe^{II} + 4MetHb \rightarrow 4Fe^{III} + 4Hb$ ナリトシタ。叉一方ニ於テ無機物界ニ於テハ Kornfeld[38] 等ノ稱スル樣ニ Fe^{III}「いおん」ハ,光線ノ存在ノ下デ蓚酸鹽カラ之ヲ還元セシメ得ルコトガ明ラカデアルガ,Hill 等ニヨルモ亦 Fe^{III}—Oxalate ノ還元反應ニ對スル光線ノ影響ハ全般的ニ植物體ニ於テモ亦,同化作用ニ於ケル光線ノ影響ト同樣ナ關係ニ在ルモノデアル。而シテコノ Stellaria ノ Fe^{III}—Oxalate ニ對スル反應ハ,普通ノ同化作用ノ樣ニ Urethane ニヨツテ阻止サレナイカラ,從テ Chloroplast ニヨル場合ハ分子狀酸素ヲ生ズルコトハ同化作用ト同一事實デアルガ,然シ本質的ニハ異ル。何故ナラバ同化作用ノ場合ニハ $CO_2 \rightarrow O_2$ ノ變化デアルカラ,CO_2 ガ水素受納體デアルガ,前者ハ之ニ反スルカラデアル。勿論部分的ニハ Sterallia ハ正常ナ同化作用ヲ營ンデキ

ルモノデアルト云フ。尚蓚酸鐵ノ還元ガ光化學的反應ニヨルモノデアリ然モ Warburg ノ實驗ノ樣ニ、Chlorella ニ對シ Urethane ノ添加ガ其同化作用ヲ阻止シタ事實ト一致スルコトヨリ、一層强メラレルモノデアルトナシ、更ニ一般植物體ノ同化作用ニ於ケル光線ノ反應ハ分子狀酸素ノ生産ニアルノデアッテ CO_2 ノ還元デハナイト Hill 等ハ推論シタ。

斯樣ナ說カラ押シ進メテ行ケバ、前述ノ Fe^{III} カラ Fe^{II} ノ轉化ニ對シテハ、最モ說明ガ付キ易クナルノデアッテ、蓚酸ニ限ラズ[61][62]一般ニ植物體內ニ於テ生産サレル有機物ニヨッテ、$Fe^{III} \rightarrow Fe^{II} + O_2$ ノ變化ノ傾向ヲ辿ルモノデアラウ。而シテ鐵ノ過剰ニヨッテ惹起セラレタ障礙作用ハ、植物體組織ノ酸化還元系ニ於テハ斯カル變化ニヨッテ、鐵ガ Fe^{II} ノ移動シ易イ形態ノモノトナルカラ、緩和サレルモノト思ハレル。文獻ニ徵シテモ[45][46][51]同化作用ノ盛ンナ部分ニ於テハ鐵ノ集積ヲ認メズ。從テ「カリ」ニヨッテ一層同化作用ノ高マッタ莖葉ニ於テハ鐵ノ集積ヲ認メナイ。

尚著者モ果シテ蓚酸ノ存在ニヨッテ、Fe^{III} ノ鐵鹽ガ還元サレルカ否カヲ知ル目的デ次ノ樣ナ實驗ヲ豫備的ニ行ッタ。

卽チ 10cc 中ニ Fe_2O_3 ヲ 0.03675g ヲ含ム $FeCl_3$ 溶液ヲ取リ、之ヲ供試原液トシテ、コレニ次ノ樣ナ實驗ノ組合ヲ行ッタ。

a. 10cc $FeCl_3$+20cc H_2O (容積ヲ各實驗組合セテ一定ニスルタメ水 20cc ヲ用フ)

b. 10cc $FeCl_3$+10cc 蓚酸 (0.32g ノ蓚酸ニ相當)+10cc H_2O (100w 電燈ニテ 2m ノ距離ヨリ照射)

c. 10cc $FeCl_2$+10cc 蓚酸+10cc H_2O(光線ヲ弱メ室內ノ 1/4 程度卽チ 100Looks ニシタ場合)

而シテ 0 分ヨリ 120 分ニ亘ッテ刻々ニ變化スル酸化還元電位 (Eh) ヲ測定シテ見タ。其結果ハ次表ノ樣ニナッタ。

第19表　光線照射ニヨリ Fe^{III} ノ蓚酸ニヨル還元作用

反應ノ時間 (分)	(a)ノ場合 Eh (mv)	(b)ノ場合 Eh (mv)	(c)ノ場合 Eh (mv)
0	+ 351.0	+ 149.5	+ 149.0
30	+ 379.0	+ 129.5	+ 151.5
60	+ 379.0	+ 99.0	+ 150.0
90	+ 339.0	+ 65.0	—
120	+ 400.0	+ 90.0	—

以上ノ成績カラ

(イ) Fe^{III} 鹽ハ有機物就中蓚酸ニヨッテ光線ノ照射ヲ受ケルト還元サレルコトハ、其 Eh ガ減少スルコト換言スレバ還元電位ガ高マルコトカラモ說明出來ル。

(ロ) 光線ニヨル光化學的反應デアルコトハ光線ヲ弱メタ場合ニハ殆ンド變化ガナイコトカラモ判ル。

(ロ) 反應時間ノ經過ニ伴ッテ蓚酸ノ存在スル場合ニハ Eh ガ漸減スルガ、對照區ノ水ノ場合デハ然ラズシテ反ッテ Eh ハ增スノハ、光線ノ存在ニヨッテ水ノ中ニ溶存スベキ僅ノ亞酸化物ガ酸化サレルノデアラウ。

以上ノ結果カラ酸化還元電位ノ變化カラ推論シテモ諸學者ノ論ズル樣ニ Eh^{III} 有機物ノ存在ニヨリ Fe^{II} トナルカラ、更ニ推論ヲ押進メテ行ケバ植物體組織ニ於テモ同樣ニ Fe^{III} ガ Fe^{II} ノ形態ニ轉化スルコトガ想像サレルノデアル。

次ニ水稻幼植物ニ就テ葉ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化並ニ呼吸量トノ關係ヲ實驗シタ處第20表ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第20表　**「アンモニア」態窒素**ヲ用ヒタ場合ノ**水稻幼植物**組織ノ**酸化還元電位ノ變化並ニ呼吸量**

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	葉 生體量 (g)	葉 Eh (mv)	根 生體量 (g)	根 Eh (mv)	呼吸量 CO_2mg/1g生葉/2時間
7	0	3.32	− 106.6	0.82	− 76.3	4.69
8	10	3.61	− 101.6	0.88	− 73.9	4.67
9	25	4.09	− 97.8	0.89	− 70.5	3.87
10	50	4.14	− 94.1	0.89	− 68.5	3.52
11	75	4.32	− 93.0	1.12	− 63.8	3.17
12	100	4.51	− 90.4	1.14	− 62.9	3.11

水稻ノ最高分蘖期ニ於テ認メラレタト同樣ニ「カリ」ノ用量ヲ增シテ行クト、葉組織ノ Eh ハ增加シテ行クコトガ分ル。卽チ酸化電位ガ增シテクル。可溶性 $FeSO_4$ ノ用量ヲ增シタ場合ニハ、還元電位ガ增シ、收量ガ減少スルニ反シ、「カリ」ノ用量ヲ增シタ場合ニハ增加スル。從テ「カリ」ノ鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル對抗的效果ニヨリ、葉組織ノ酸化還元電位モ變化シテクルコトガ分ル。尚水稻ノ幼植物ノ呼吸作用ヲ見ルト「カリ」ノ用量ニ從ッテ減少[47][48]シテクル。從テ葉組織ノ酸化電位ノ增加ト呼吸作用ノ減少トハ相關關係ノアルコトガ判ル。

次ニ根組織ノ酸化還元電位ニ就テ見レバ「カリ」ノ用量ヲ增セバ最高分蘖期ノ水稻ノ場合ト同樣ニ Eh ハ增加スルカラ酸化電位ガ增スコトガ判ル。然

ルニ鐵鹽類ノ用量ヲ增セバ、コノ場合ニ於テハ Eh ハ減少スルカラ、還元電位ガ增スコトニナル。故ニ根ノ組織ノ酸化還元電位ニ於テモ鐵鹽類ニヨリ障礙作用ヲ呈スル場合ト「カリ」ニヨツテ對抗的效果ヲ發揮シ、其ノ障礙作用ヲ阻止スル場合トデハ、全ク相反スル現象ヲ示スコトハ興味アル所デアル。

(ロ) 生殖期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化

a) 有效性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響

(イ)ニ於テ草丈及分蘗ノ最モ旺盛ナ榮養期ノ最高分蘗期ニ於テ、水稻組織ノ酸化還元電位ニ及ボス鐵鹽類ノ影響ニ就テ考察シタガ、更ニ生殖期ニ入ツテ乳熟期ノ水稻ノ葉、穗及根ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ヲ考察シタトコロ次表ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第21表 「**アンモニア**」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ**水稻**組織ノ**酸化還元電位**ノ變化

試驗區番號	Fe_2O_3用量(g)	葉 Eh (mv)	穗 Eh (mv)	根 Eh (mv)
1	0.	− 125.4	− 131.7	− 106.1
2	0.6	− 129.1	− 132.2	− 112.1
3	0.9	− 124.8	− 134.1	− 111.1
4	1.2	− 126.0	− 136.6	− 111.8

以上ノ成績ニヨツテ觀ルト、榮養期ヨリ出穗、穗揃ヲ經テ穗ノ成熟シツツアル乳熟期ニ於テ、葉ノ組織ノ酸化還元電位ニ就テ見ルト、鐵鹽類ノ用量ヲ增セバ、葉ノ組織ノ Eh ハ榮養期ニ於ケル最高分蘗期ノ樣ニハ顯著ナ減少ヲ示サナイデ、多少ノ差ハアレ大體、大差ナイト見做シテヨイ。蓋シ前報[(2)]デモ述ベタ通リ、コノ乳熟期ニ於テハ、葉ノ同化生產物ハ根カラ吸收サレタ窒素燐酸及「カリ」等ノ要素ノ一部ト共ニ、種實ヲ形成スル[(2)(58)]タメニ、穗ニ集ツテクルカラ、生活作用ノ活動ハ、此部分ニ旺盛トナリ、其爲メニ穗ハ還元電位ガ增シテクル。從テ葉ノ組織ノ生理的作用モ、榮養期ニ比ベテ生殖期デハ活潑デハナクナルカラ、從テ酸化還元電位ノ變化モ少クナルモノト思ハレ、上述ノ說明ノ裏書ヲナシテキル。

次ニ穗ノ組織ノ Eh ニ就テ觀ルト、$FeSO_4$ ノ用量ヲ增スニ從テ、多少減少シテクルコトガ分ル。即チ還元電位ガ多少增加シテクルガ葉ノ夫ヨリハ顯著デアル。コレハ先程述ベタ樣ニコノ時期ニ於ケル穗ノ生理的活動ノ旺ンナコトニ關聯シテキル。尙、小松氏等[(27)]ニヨレバ水稻ノ灰分ノ生育時期ニ於ケル移動ヲ調査シタ所、鐵ハ穗朶ニ於テハ、根カラ莖葉ニ移動シ、糖ノ變化ヲ助長スル樣ニ觀ラレルガ、成熟期ニ入ルト體外ニ放出セラレルタメニ減少スルト云フ。又他ノ燐酸、石灰及「カリ」等モ移動シ、生活ノ旺盛ナ新シイ部分ニ移リ成熟期ニ入レバ鐵ト同樣ニ體外ニ排出セラレルトノコトデアル。何レニシテモ、コノ乳熟期ニ於テハ穗ニ鐵及「カリ」等ノ移動スルタメニ、葉ノ組織ニ比シ、穗ニ於テハ生理的活力ガ大キイコトハ疑モナイトコロデアル。而シテ鐵ノ用量ヲ增セバ更ニ一層還元電位ガ高マツテクルワケデアル。

次ニ根ノ組織ノ酸化還元電位ニ就テ見レバ、Eh ハ鐵ノ施用量ガ增セバ減少スル傾向ガアリ、最高分蘗期ノ夫ト同樣ナ傾向ヲ示ス。即チ榮養期ニ於ケル根系ノ發育ニ對スル障礙作用ガ、生殖期ニ於ケル發育ニ、二次的ニ影響ヲ及ボスカラ、吸收セラレタ Fe^{II} ハ根組織ノ還元電位ヲ增加シ分子狀酸素ヲトツテ暫定的ナ酸素ニ富ンダ Fe^{III} 或ハ Fe^{III} 複合體トナルカラ細胞原形質ヲ凝固セシメテ生長機能ヲ阻碍スル樣ニナルノデアラウ。

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影影

土壤溶液中ニ過剩ノ鐵鹽類ノ存在スル場合ニ「カリ」ノ添加ニヨツテ、乳熟期ノ水稻ノ葉、穗及根ノ組織ノ酸化還元電位ニ及ボス影響ヲ見タガ、其ノ結果ハ次表ノ通リデアル。

第22表 「**アンモニア**」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ**水稻**組織ノ**酸化還元電位**ノ變化

試驗區番號	K_2O用量 (g)	葉 Eh (mv)	穗 Eh (mv)	根 Eh (mv)
5	0.	− 180.5	− 140.6	− 130.8
6	0.6	− 168.8	− 141.3	− 126.2
7	0.9	− 165.8	− 140.1	− 125.9
8	1.2	− 137.2	− 88.1	− 120.5

先ヅ葉ノ組織ノ酸化還元電位ニ就テ見レバ、Eh ハ「カリ」ノ用量ヲ增セバ乳熟期デハ增加スルカラ、酸化電位ガ增シ「カリ」ノ效果ガ認メラレル。之ヲ最高分蘗期ニ比ベテモ同樣ナ傾向ヲ示シテクル。然シ乍ラ鐵ノ用量ヲ增シタ場合ノ Eh ノ減少ヲ來タズ場合ニ反シテ、「カリ」ノ用量ヲ增シタ場合ニ Eh 增加ノ傾向ニアルコトハ興味アル現象デアルガ、是モ最高分蘗期ノ場合ト同樣ニ說明ガ出來ル。

次ニ穗ノ組織デハ葉及根程ニハ顯著デハナイが、「カリ」ノ用量ヲ增スト多少ハ增加スル樣デアル。茲ニモ亦、「カリ」ノ對抗的效果ガ現ハレテキル。

根ノ組織デハ「カリ」ノ施用ニヨツテ、明ニ Eh ガ增加スル傾向ガアル。即チ

酸化電位ガ増シテクル。

之ヲ要スルニ、水稻ニ $(NH_4)_2SO_4$ ノ樣ナ「アンモニア」態窒素ヲ施シタ場合ニ $FeSO_4$ ノ障礙作用ノ現ハレルトキハ、各組織ノ Eh ガ減少シ卽チ還元電位ガ増加スルケレドモ、之ニ反シ「カリ」ノ對抗的效果ニヨリ、障礙作用ノ阻止サレルトキニハ、Eh ガ増加シ卽チ酸化電位ガ増加シテクル。コノ現象ハ水稻ノ榮養及生殖時期ノヲ通ジテ認メラレル現象デハアルガ、生殖期ノ終リデアル乳熟期デハ、榮養期ノ水稻ノ伸長分蘗ノ旺盛ナルベキ、最高分蘗期ニ比シテ、葉ノ組織デハ顯著ニ現ハレナイデ、穗及根ニ於テ其ノ現象ヲ明ニ認メ得ル。卽チ水稻ノ榮養及生殖機構ノ活力消長ト組織ノ酸化還元電位ノ變化トノ間ニハ密接ナ關係ガアルコトガ判ル。結局植物體組織ノ酸化還元電位ノ平衡ガ「カリ」ト鐵トノ對抗作用トノ間ニ密接ナ關係ガアル。コノ點ニ關シテハ、他ノ成分間ノ對抗作用デモ果シテ然リヤ否ヤニ就テハ後ニ述ベル。何レニシテモ植物體組織ノ酸化還元電位ノ變化ヨリ、對抗作用ノ現象ヲ幾分デモ明白ニシ得タコトハ、植物生理化學的見地カラモ一歩進メタモノト思ハレ、敢テ甚ダ有意義ナリト信ズル所以デアル。

B. 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

(イ) 榮養期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化

a) 有効性「カリ」ノ充分ノ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響

可溶性 $FeSO_4$ ノ過剩ノ溶存ニヨツテ、假令有效性「カリ」ガ充分ニ存在シテヰテモ、障礙作用ヲ顯スニ至ルガ、コノ際植物體組織ノ酸化還元電位ガ如何ニ變化スルカニ就テ硝酸態窒素ヲ用ヒテ實驗シタ結果ヲ第24表ニ掲ゲル。

第23表、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	Ee_2O_3 用量 (g)	葉 Eh (mv)	根 Eh (mv)
9	0.	− 98.5	− 95.7
10	0.6	− 92.0	− 89.5
11	0.9	− 91.0	− 88.5
12	1.2	− 100.0	− 97.2

先ヅ葉及根ノ組織ノ酸化還元電位ニ就テ見ルト、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ $FeSO_4$ ノ用量ヲ増シテ行クト、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ反シ、Eh ハ槪シテ増加シテクル傾向ヲ認メルコトガ出來ル。卽ヲ酸化電位ガ増シテクル。蓋シ前報ニ於テ述ベタ樣ニ窒素源トシテ水稻ニ「硫酸アンモニア」ヲ用ヒルト、其用量ニ從テ葉ノ組織ノ還元電位ガ遞増シ呼吸作用モ盛ンニナル。此

現象ハ榮養體ノ生活機能ノ旺盛ナコトヲ示スモノデアル。然ルニ「硝酸ソーダ」ヲ用ヒルト、其用量ニ伴ツテ葉ノ組織ノ酸化電位ガ高マツテキテ、呼吸作用ハ必ズシモ旺盛ニナラナイ。根ノ組織ノ酸化還元電位ハ、窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ酸化電位ガ増加スルコトヲ知ツタ。仍テ「硝酸ソーダ」ヲ用ヒタ場合ハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ反シテ、元々酸化電位ガ高マツテキルカラ、$FeSO_4$ ノ用量ヲ増シテ障礙作用ヲ呈スル場合ニハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ Fe^{II} ガ組織中ニ多クナリ、從ツテ組織ノ酸化還元系ノ還元電位ガ低メラレ、分子狀酸素ヲ攝ツテ Fe^{III} 又ハ Fe^{III} 複合體トシテ暫定的ナ形態ヲトルベキデアルガ然ラズシテ Fe^{II} ハ更ニ Fe^{III} ニマデ酸化セラレルカラ、附加的ニ酸化電位ガ高マツテクルノデアラウ。從テ呼吸作用モ減少シテクル。而シテ「アンモニア」態窒素タルト硝素態窒素タルトヲ問ハズ、過剩ニ吸收セラレタ鐵鹽類ニヨリ、障礙作用ハ同樣程度ニ呈セラルベキデアルガ、水稻ガ「アンモニア」性植物デアツテ、硝酸態窒素ノ利用ガ「アンモニア」態窒素ニ比シテ小サイタメニ、後者デハ障礙作用ガ加重サレルノデアラウ。尙ホ又水稻ノ樣ナ「アンモニア」性植物デハ、後ニ述ベル樣ニ同化作用モ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ、大キクハ無イカラ、同化生產物中ノ有機物ニヨリ、Fe^{III} ノ Fe^{II} ヘノ還元モ行ハレ難イタメニ、酸化電位モ高マツテクルノデアラウ。更ニ此ノ點ニ關シ確證ヲ得ル目的デ、先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合トデ水稻ノ同化作用ニ強弱ガアルカ否カヲ確メルタメニ、圃場框試驗ヲ行ヒ第二期作水稻ニ就テ「カリ」ノ用量ヲ異ニシテ栽培試驗ヲ行ヒ、榮養期ノ最モ生育ノ旺盛ナ最高分蘗期前ノ葉ノ同化力[2]ヲ測定シタ。本實驗ハ別ニ取纏メテ報告トナス積リデアルカラ、其ノ詳細ハ之ヲ省略スルコトニシテ其ノ槪略ヲ述ベル。本試驗ニ用ヒタ土壤ハ農業試驗所無肥料區壤土デアツテ框ノ面積ハ 1/4 坪デアル。肥料ハ $(NH_4)_2SO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2$, K_2SO_4 ヲ夫々N. P_2O_5, K_2O トシテ 7.812g(＝1段歩2.5貫ノ割合)ニナル樣ニ用ヒタ。但シ「カリ」少量區ハ K_2O トシテ 3.906g ヲ用ヒタ。水稻用種ハ臺中65號デアリ、一框ニ12株植トシタ。

第24表 「アンモニア」態又ハ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ同化作用ニ及ボス「カリ」ノ影響

試驗區	同化力(mg/cm2葉) アンモニア態窒素	同化力(mg/cm2葉) 硝酸態窒素	アンモニア態窒素 長さ(cm) 草丈	根長	全長	分蘗	乾物量(g) 莖重	根重	全重	硝酸態窒素 長さ(cm) 草丈	根長	全長	分蘗	乾物量(g) 葉重	根重	全重
ムカリ區	48.5	30.2	69.5	25.2	94.7	20	15.39	8.37	23.76	66.9	28.0	94.9	17	13.83	3.60	17.43
カリ少量區	58.8	37.4	72.1	25.8	97.9	21	19.05	9.08	28.13	70.5	27.7	98.2	17	14.84	5.84	20.68

カリ中量區	62.0	37.4	75.4	28.3	103.7	21	20.23	9.28	29.51	70.8	30.1	100.9	17	15.76	4.28	20.04

「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、葉ノ同化力ガ硝酸態ノ夫ニ比シテ旺盛ナコトガ判ル。然モ同化作用ニ及ボス「カリ」ノ效果モ亦「アンモニア」態窒素ノ場合ハ硝酸態窒素ノ場合ニ比シ大キイ。從ツテ生育ノ發達ヲ促シ收量モ亦後者ニ比シテ增加シテクルコトヲ認メル。

卽チ水稻ハ「アンモニア」性植物デアリ、又「カリ」ノ效果モ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ於テ大キイコトガ、同化力並ニ生育收量カラ見テモ判ル。從ツテ Ammophile タル水稻ニ「アンモニア」態窒素ヲ供給スレバ其量ニ從ツテ葉組織ノ酸化還元電位ハ、還元電位ヲ高メ榮養體ノ生活力ヲ愈々旺盛ニスル。然ルニ「カリ」ガ乏シイ場合ニハ、蛋白質[2]ノ生成[39]ガ充分ニ行ハレズ、又行ハレタトシテモ炭酸同化ガ充分ニ營マレナイカラ炭水化物ノ生成モ劣リ、其結果トシテ蛋白質ハ加水分解ヲ起シテ Proteolysis ノ現象ニ因リ炭水化物ガ分子間呼吸ニ利用サレテ Energy 源トナル。分子間呼吸ノ盛ンニナル結果ハ、組織モ亦還元電位ガ增スコトニナル。此際ニ「カリ」ノ添加ニヨリ上述ノ現象ト逆ニ、還元電位ヲ低メルカラ榮養體ノ生活力ヲ弱メ、出穗結實ヲ促スコトニナル。此所ニ窒素ト「カリ」トノ間ニ適正ナ量的平衡ノ存在ガ必要トスルシ、其平衡ヲ越エテ「カリ」ガ多ツタトスレバ、更ニ水稻ノ熟期ヲ早メルコトモ出來ル譯デアル。然ルニ窒素源トシテ硝酸態ノモノヲ用ヒルトキハ、コノモノガ「アミノ」酸類ニ變化スル際ニ、酸化ノ要ナク、從ツテ還元ノ過程ヲ經ナケレバナラヌコトモアルカラ、「カリ」ノ觸媒的作用ヲ敢テ要シナイ。

次ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合鐵鹽類ニヨル障礙作用ト其ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ニ關シ確證ヲ得ル目的デ、先ヅ窒素ト鐵鹽類以外ノ要素ヲ加ヘルコトナシニ、酸化還元電位ニ影響スル要因ヲ簡單ニシテ、水稻幼植物試驗ヲ行ツテミタ。

第25表 $(NH_4)_2SO_4$ 又ハ $NaNO_3$ ト $FeSO_4$ トヲ併用シタ場合ノ水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化

要素量 (mg)		$(NH_4)_2SO_4$					$NaNO_3$				
		葉		根		呼吸量	葉		根		呼吸量
N	Fe_2O_3	生體量(g)	Ed (mv)	生體量(g)	Ed (mv)	CO_2mg/1g生葉/2時間	生體量(g)	Eh (mv)	生體量(g)	Eh (mv)	CO_2mg/1g生葉/2時間
10	50	2.84	− 127.3	1.96	− 100.1	3.89	1.56	− 150.3	1.11	− 143.5	2.26
10	100	2.28	− 140.9	1.68	− 101.5	4.08	1.53	− 147.4	0.82	− 134.8	1.99

上表ノ結果ニヨツテ觀ルト同樣ニ $(NH_4)_2SO_4$ ヲ用ヒタ場合ト $NaNO_3$ ヲ用ヒタ場合トデハ、$FeSO_4$ ヲ併用シタ場合ニ、水稻幼植物ノ組織ノ酸化還元電位

ガ異ツタ傾向ヲ示ス。卽チ水稻幼植物ニ就テモ最高分蘖期ニ於テ認メラレタト同樣ナ現象ヲ示シテキルガ、コノ因ツテ來タルベキトコロモ亦上述ノ理由ニヨル。

更ニ硝酸態窒素ヲ用ヒテ「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ他ノ二要素デアル燐酸及「カリ」ヲモ加ヘタ場合ニ鐵鹽類ノ用量ノ增加ニ伴ヒ組織ノ酸化還元電位ガ如何ニ變化スルヤニ就イテ、水稻幼植物ヲ用ヒタ實驗ヲ行ツタ。其結果ヲ第26表ニ示ス。

第26表 **硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化並ニ呼吸量**

試驗區番號	Fe_2O_3 用量 (mg)	葉		根		呼吸量
		生體量 (g)	Eh (mv)	生體量 (g)	Eh (mv)	CO_2mg/1g生葉/2時間
13	0	5.76	− 107.1	1.02	− 67.2	3.46
14	10	5.59	− 93.4	1.01	− 61.2	3.02
15	25	4.58	− 91.9	0.83	− 51.6	2.70
16	50	4.21	− 91.1	0.82	− 50.8	2.63
17	75	3.81	− 90.5	0.68	− 52.7	2.26
18	100	3.89	− 90.8	0.50	− 44.8	2.17

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、最高分蘖期ニ於ケルト同樣ニ、水稻幼植物ノ葉及根ノ組織ノ酸化還元電位 Eh ハ遞增ノ傾向ヲ示シテキル。卽チ酸化電位ノ增加ヲ來タシテキル。呼吸作用ハ遞減ノ傾向ニアルカラ從テ酸化電位ノ增加トノ間ニハ密接ナ關係ガアル。「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ葉及根ノ組織ノ Eh ハ減少ノ傾向ヲ示スノニ反シ硝酸態窒素ノ場合ニハ增加スルコトガ幼植物ニ於テモ認メラレルノデアリ、一ノ特徵デアル。

斯樣ニ水稻ハ窒素源トシテ餘リ硝酸態窒素ヲ利用シナイ榮養機構ヲ持ツテキルカラ「カリ」ノ觸媒的效果ヲ要ジナイ許リデナク、假令之ニ還元ヲ促ス要素ヲ與ヘテモ蛋白質形成ニ「アンモニア」態窒素ガ「カリ」ノ存在ニ於テ行ハレル樣ニハ硝酸態窒素ガ利用サレ難イ。水稻ガ「アンモニア」性植物タル所以ガ茲ニアルノデアル。從テ他ノ條件ガ若シモ同一ナラバ、同一用量ノ $FeSO_4$ ニヨツテモ「アンモニア」態窒素ノ方ガ硝酸態窒素ニ比ベテ障礙ノ程度ガ小サイワケデアル。

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ最高分蘖期ノ水稻ニ於ケル過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響ヲ見タノニ次ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第27表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	K_2O 用量(g)	葉　Eh (mv)	根　Eh (mv)
13	0.	− 107.0	− 104.0
14	0.6	− 98.8	− 98.8
15	0.9	− 103.0	− 100.1
16	1.2	− 85.5	− 83.2

上表ニヨツテ見ルト「カリ」ノ用量ヲ增セバ、最高分蘖期ノ葉及根ノ組織ノ Eh ハ、其用量ニ從テ必ズシモ比例的關係ハ示サナイガ、增加ノ傾向ニアル。卽チ酸化電位ガ增シテクル。然シ乍ラ「アンモニア」態窒素ノ場合ノト比較スレバ、「カリ」ノ用量ヲ增シテモ其ノ增加ノ程度ガ少イ。蓋シ「カリ」ノ鐵鹽類ニ對スル對抗的效果ハ、窒素ノ如何ニヨラズ同樣ニ發揮セラルベキ筈デアルガ、水稻ノミナラズ里芋モ亦「アンモニア」性植物ナルガ故ニ、硝酸態窒素ノ利用ニ乏シク、生育ニモ影響ヲ及ボスカラ、「アンモニア」態窒素ノ場合ノ如ク二重ノ對抗的效果ヲ發揮シ得ナイノデアラウ。更ニ此點ニ關シ、確證ヲ重ネル目的デ、水稻幼植物組織ニ就テ「カリ」ノ用量ヲ變ヘテ實驗ヲ行ツタ結果ヲ第28表ニ掲ゲル。

第28表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化竝ニ呼吸量

試驗區番號	K_2O 用量(mg)	葉		根		呼吸量
		生體量 (g)	Eh (mv)	生體量 (g)	Eh (mv)	CO_2mg/1g生葉/2時間
19	0	4.27	− 103.1	1.31	− 63.9	2.91
20	10	4.52	− 100.8	1.72	− 57.2	2.81
21	25	4.62	− 96.8	1.73	− 61.1	2.69
22	50	4.69	− 92.2	1.65	− 64.9	2.16
23	75	5.06	− 101.5	1.68	− 74.3	2.53
24	100	4.95	− 93.3	1.63	− 63.2	2.14

水稻幼植物ノ實驗結果カラ觀テモ、最高分蘖期ト同樣ナ傾向ヲ酸化還化電位ニ於テ示シテヰル。「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比べテ、「カリ」ノ用量ヲ增シテモ、其變化ガ顯著デハナク、且ツ酸化電位ノ增加モ亦著シクハナイ。「カリ」ノ用量ヲ增スト呼吸作用ハ酸化電位ノ增減ト相反的ニ變化スル傾向ガアル。

(ロ)　生殖期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ノ變化

a)　有効性「カリ」ノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響

「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニモ乳熟期ノ水稻ノ葉ノ組織ノ酸化還元電位ノミナラズ生殖器官タル穗及養分吸收器官タル根ノ組織ノ夫ニ就テモ測定シタ。

第29表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	Fe_2O_3用量(g)	葉　Eh (mv)	穗　Eh (mv)	根　Eh (mv)
9	0.	− 145.5	− 136.9	− 135.7
10	0.6	− 146.0	− 136.9	− 137.6
11	0.9	− 146.5	− 136.9	− 136.6
12	1.2	− 148.9	− 135.9	− 136.6

上表ニヨツテ觀ルト硝酸態窒素ノ場合ニハ、$FeSO_4$ ノ用量ヲ增シテモ葉ノ組織ノ Eh ハ殆ンド大差ガナイ。コノコトハ「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣デアツテ、其ノ理由トスル所モ、蓋シ「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ乳熟期デハ、葉ノ組織ノ生理的活動モ榮養期ニ比べテ活潑デハナイカラ、$FeSO_4$ ノ施用量ヲ增シテモ組織ノ Eh ニハ殆ンド活潑ナ差異ヲ示サナイノデアラウ。

次ニ穗ノ組織ノ酸化還元電位ヲ測定シテ見ルト、鐵ノ施用量ヲ增シテモ全ク變化ガナイ。根ノ夫モ亦變化ヲ認メナイ。硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ニ比シテ見テモ、穗及根ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ハ乳熟期ニ於テハ顯著デハナイ。尙ホ最高分蘖期ノ夫ニ比スレバ、更ニ然リデアル。蓋シ出穗調査ノ結果デ示サレタ樣ニ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比シ、$FeSO_4$ ノ障礙作用ニヨリ、穗數ガ減少シ、且穗揃ガ遲延スル。從テ穗ノ內容ノ充實度ノ低イタメニ、穗ノ組織ノ活力モ活潑デナイタメニ酸化還元電位モ變化ガナイノデアラウ。蓋シ「カリ」ノ肥效ヲ奏スル場合ニハ、葉ヨリ穗ヘ同化生產物ノ移動モ增シ穗ノ內容モ充實シテクルタメニ、穗ノ組織ノ還元電位ガ高マツテクルコトハ既[2]ニ述べタガ、コノ理由ニヨリ恐ラクコノ場合ニ酸化還元電位ノ變化ノ無カツタコトハ、穗ニ「カリ」ノ肥效ノ顯著デナカツタコトヲ意味シテヰルガ、事實モ亦然リデアルカラ、障礙作用モ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比べテ大キイコトガ判ル。尙ホ又、硝酸態窒素ノ場合ニハ、鐵ノ施用ノ有無ニ拘ハラズ、酸化電位ガ高マリ鐵ヲ施シテモ還元形態ヲ攝ラズ從テ還元電位ガ高マル樣ナコトハナイ。

b)　過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、水稻ノ生殖期ニ於テ組織ノ酸化還元電位ニ及ボス過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響ヲ調べタ所、次ノ樣ナ結果ヲ

得タ。

第30表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	K_2O用量 (g)	葉　Eh (mv)	穗　Eh (mv)	根　Eh (mv)
9	0.	− 161.2	− 141.1	− 150.4
10	0.6	− 165.6	− 129.8	− 145.5
11	0.9	− 162.7	− 139.4	− 151.4
12	1.2	− 176.9	− 140.1	− 134.7

先ヅ乳熟期ノ葉ノ組織ノ酸化還元電位ニ就テ見レバ「カリ」ノ用量ヲ增セバ減少スル傾向ヲ認メ得ル。即チ還元電位ノ增加ヲ見ル。此現象ハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト相反スル。蓋シ「カリ」ノ效果ガ硝酸態窒素ノ場合ニハ少イカラデアラウ。

穗ノ Eh ハ大差ガ無クテ、僅カニ增加ノ傾向ガアルガ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣デアル。

根ノ夫ハ「カリ」ノ用量ヲ增スト多少增加傾向ガアルカラ、從テ酸化電位ガ高マル傾向ガアル。然シ乍ラ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比シテ「カリ」ノ利用モ少イカラ顯著ナ差異ヲ示サナイ。

是ニヨツテ觀レバ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比シテ「カリ」ノ用量ヲ增シテモ、組織ノ酸化還元電位ノ變化ガ顯著デナイコトガ特徵デアル。從テ水稻ノ生殖期ニ於ケル過剩ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果モ硝酸態窒素ノ場合ニハ顯著デナイコトガ、其ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ニモ反映シテヰル。而シテ乳熟期ニ於ケル組織ノ酸化還元電位ガ過剩ノ鐵鹽類ニヨリ障礙作用ヲ呈スル場合モ、或ハ「カリ」ノ對抗的效果ヲ發揮スル場合モ、窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、最高分蘖期ニ於ケル夫ニ比シテ顯著ナ變化ヲ示サナイコトガ判ル。蓋シ最高分蘖期ニ於ケル水稻ノ生育ハ、乳熟期ニ比ベテ旺盛デアルカラ、「カリ」及鐵ノ生理的活力モ亦、各器官ノ組織ニ於テ活潑ナ爲メニ、從テ其ノ酸化還元電位ノ變化モ亦顯著ナノデアラウ。

3.　植物體組織ノ pH

植物ガ吸收スル鹽基ト酸根並ニ同化作用ノ結果、體中ニ生成スル所ノ有機酸類等ニヨリ、細胞液ノ pH[(28)(29)] ニ變更ヲ來タシ、惹イテハ糖類及澱粉等ノ生成、或ハ分解ニ影響ヲ來タスデアラウシ、又植物體中ノ酵素ノ活力、鐵「イオン」ノ形態並ニコレガ沈積ノ狀態及酸化還元電位等ニ影響ヲ及ボスデアラウ。然シ乍ラ生活細胞內ノ液汁ノ pH ハ直接之ヲ測定スル由ナク、一度破壞シテ壓搾スルトキハ pH 價モ自然狀態異ルコトガアルベキデアルガ、此ノ考慮ハ無視スルコトハ出來ナイケレドモ、著者等ハ榮養及生殖時期ニ於ケル各器管組織ノ pH ヲ測定シ本研究結果ノ考察ニ資スルコトトシタ。

尙結果ノ確證ヲ得ル目的デ、水稻幼植物ニ就イテモ pH ノ測定ヲ行ツタ。其ノ結果ハ第31～34表ニ亘ツテ收メテアル。

第31表　最高分蘖期及乳熟期ニ於ケル水稻組織ノ pH

(イ)「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合

試驗區番號	用量 (g)		葉ノPH		穗ノPH	根ノPH	
	Fe_2O_3	K_2O	最高分蘖期	乳熟期	乳熟期	最高分蘖期	乳熟期
1	0.	1.0	6.7	6.8	6.7	6.5	6.3
2	0.6	1.0	6.7	7.0	6.8	6.7	6.1
3	0.9	1.0	6.6	6.5	7.0	6.6	6.1
4	1.2	1.0	6.5	6.7	7.0	6.4	6.1
5	1.2	0.	7.0	6.9	6.0	6.6	6.0
6	1.2	0.6	6.9	6.6	6.2	6.7	6.0
7	1.2	0.9	6.9	6.6	6.0	6.6	5.8
8	1.2	1.2	7.0	6.7	6.0	6.4	5.8

第32表　最高分蘖期及乳熟期ニ於ケル水稻組織ノ pH

(ロ)　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

試驗區番號	用量 (g)		葉ノPH		穗ノPH	根ノPH	
	Fe_2O_3	K_2O	最高分蘖期	乳熟期	乳熟期	最高分蘖期	乳熟期
9	0.	1.0	6.9	6.3	6.5	6.7	5.4
10	0.6	1.0	6.9	6.1	6.5	6.7	5.8
11	0.9	1.0	6.1	6.0	6.3	6.7	5.6
12	1.2	1.0	6.5	6.0	6.6	6.6	5.6
13	1.2	0.	7.0	5.8	6.0	6.9	6.3
14	1.2	0.6	6.8	6.0	6.1	6.6	6.1
15	1.2	0.9	6.6	5.9	5.9	6.6	6.1
16	1.2	1.2	6.6	5.9	5.9	6.6	6.1

第33表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合水稻幼植物組織ノ pH.

試驗區番號	用量 (mg) Fe_2O_3	用量 (mg) K_2O	葉	根
1	0	50	6.3	5.4
2	10	50	6.3	5.6
3	25	50	6.3	5.6
4	50	50	6.3	5.5
5	75	50	6.1	5.4
6	100	50	5.8	5.5
7	50	0	6.3	5.8
8	50	10	6.2	5.6
9	50	25	6.6	5.8
10	50	50	6.5	5.9
11	50	75	6.5	5.9
12	50	100	6.5	5.7

第34表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻幼植物組織ノ pH.

試驗區番號	用量 (mg) Fe_2O_3	用量 (mg) K_2O	葉	根
13	0	50	6.6	6.0
14	10	50	6.3	6.0
15	25	50	6.4	6.0
16	50	50	6.5	6.0
17	75	50	6.6	6.0
18	100	50	6.5	5.5
19	50	0	6.7	6.4
20	50	10	6.6	6.3
21	50	25	6.7	6.4
22	50	50	6.7	6.5
23	50	75	6.8	6.6
24	50	100	6.7	6.5

以上ノ結果ヨリ判斷シテ pH ノ變化ヲ觀ルト、全般的ニ大差ヲ認メナイ。即チ窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、$FeSO_4$ ノ增量ニヨツテ障礙作用ヲ示シタ場合デモ、或ハ又 K_2SO_4 ノ用量ヲ增シテ對抗的効果ヲ發揮シタ場合デモ、顯著ナ pH ノ變化ヲ示サナイ。又同時ニ一定ノ相關々係ヲ認メルコトガ出來ナカツタ。此ノ傾向ハ以前ニ里芋ニ就テ「カリ」ノ對抗作用ヲ研究シタ場合ト同樣デアル。從ツテ各組織ノ酸化還元電位ノ狀態ト pH トノ間ニハ間接ニハアツテモ直接ノ聯關ヲ示サナイ。蓋シ植物體組織ノ汁液ノ緩衝能(Bufferaction)ガ相當ニ强イカラ、啻ニ施用要素量ヲ增シテ、酸或ハ鹽基ノ量ヲ增減セシメテモ、其ノ pH ハ殆ンド變ラナイノデアラウ。又假令 Bufferaction ガ弱クテモ植物體ノ選擇吸收ニヨリ施用要素量ヲ增シテモ、施シタトコロノ酸或ハ鹽基ノ量ヲ全部攝取シナイカラデアラウ。更ニ植物體ニヨリ吸收サレタ鹽基モ植物體ノ新陳代謝ニ伴ヒ、體内ニ生成スル有機酸類ト結合シテ、弱解離度ヲ示スモノモアラウカラ、要素ノ施用量トノ間ニハ必ズシモ相關々係ヲ示サナイノデアル。

結局植物體組織ノ pH ノ變化カラハ、鐵鹽類ノ障礙作用竝ニ其レニ對スル「カリ」ノ對抗的効果ノ現象ヲ說明スルコトハ到底不可能デアル。

4. 呼吸酵素ノ活力就中カタラーゼノ活力

Catalase ハ動植物體ニ廣ク分布シ、酸素ヲ要求スル細胞中ニ必ズ含マレ、嫌氣性細胞中ニハ含マレテ居ラヌ。此ノ酸素ハ呼吸作用ノ產物タル H_2O_2 ガ生物體ニハ有害デアルカラ、H_2O_2 ヲ分解シテ、水ト分子狀酸素ニ分解スル能力ヲ有スルモノデアル。從テコノ酸素ヨリ H_2O_2 ノ蓄積ガ妨ゲラレルカラ呼吸作用ノ强弱[30][31]トカタラーゼノ活力トノ間ニハ從來密接ナ相關々係ガ認メラレテ居ル。即チ W. E. Burge[32] ニヨレバ、光線又ハ濕度ノ高低ニ伴ヒ、植物體中ノ呼吸作用ハ夫々增減シ且ツコレニ比例的ニ Catalase ノ活力ハ增減スル。シカモ前者ニ比ベテ後者ノ影響ガ大キイ。仍テ水稻ノ生育時期ニヨツテ其ノ Catalase 活力ガ如何ニ變化スルカヲ知リ、併セテ鐵鹽類ノ障礙作用ニヨル活力ノ變化竝ニ「カリ」ノ對抗的效果ニヨル影響等ニ就イテ實驗測定シタ。實驗方法ハ林[12]及金兵[31]氏等ノ方法ニ從ツテ 30℃ ニ於ケル 1g ノ酵素懸濁液ノ Catalase ノ活力ヲ檢定シタ。其ノ結果ハ第35表ニ揭ゲル。

第35表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ Catalase ノ活力

(0.1% H_2O_2 ノ分解量 c.c)

試驗區番號	用量 (g) Fe_2O_3	用量 (g) K_2O	葉 最高分蘗期	葉 乳熟期	穗 乳熟期
1	0.	1.0	8.19	9.57	21.62
2	0.6	1.0	11.78	11.60	22.24

3	0.9	1.0	10.77	11.54	23.20
4	1.2	1.0	12.16	12.27	22.97
5	1.2	0.	11.09	14.72	26.93
6	1.2	0.6	11.21	13.31	27.57
7	1.2	0.9	10.84	12.14	17.05
8	1.2	1.2	9.58	5.72	19.17

第36表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ水稻ノ Catalase ノ活力

(0.1% H_2O_2 の分解量 c.c)

試驗區番號	用量 (g)		葉		穗
	Fe_2O_3	K_2O	最高分蘖期	乳熟期	乳熟期
9	0.	1.0	12.03	12.96	26.93
10	0.6	1.0	11.58	13.07	26.87
11	0.9	1.0	11.47	13.07	26.93
12	1.2	1.0	11.40	13.42	26.80
13	1.2	0.	11.34	11.10	28.21
14	1.2	0.6	10.90	11.68	27.74
15	1.2	0.9	10.52	11.73	28.09
16	1.2	1.2	10.84	11.91	27.86

「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、水稻ノ Catalase ノ活力ニ就テ見ルト、(a) $FeSO_4$ ノ用量ヲ增シタ場合ニハ施用量ト必ズシモ比例的デハナイガ葉又ハ穗ニ於テ其ノ活力ハ榮養及生殖ノ兩時期ヲ通ジテ增加スル傾向ガアル。卽チ葉又ハ穗ニ於ケル夫々ノ呼吸作用ノ增加ニ伴ヒ、密接ナ關係ヲ有スル Catalase ノ活力ノ增加ヲ惹起シタノデアル。更ニコノ呼吸作用ノ增加ト共ニ夫々ノ組織ノ酸化還元電位ノ減少ヲ來タスノデアル。

然ルニ次ニ(b)過剩ノ $FeSO_4$ ノ存在スル場合ニ、K_2SO_4 ノ用量ヲ增シテ $FeSO_4$ ノ障礙作用ヲ阻止スル場合デハ、葉及穗ノ Catalase ノ活力ハ榮養及生殖ノ兩時期ヲ通ジテ夫々減少スル傾向が認メラレル。卽チ呼吸作用ノ減少ニ伴ヒ、Catalase 減少ヲ來タスト共ニ酸化還元電位ノ增加ヲ來タスワケデアル。斯樣ニ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ水稻ニ對スル鐵鹽類ノ障礙作用ハ其組織ノ Catalase ノ活力ノ增大ヲ來タスガ、之ニ反シ「カリ」ノ施用ニヨツテ對抗的效果ヲ發揮スル場合ニ、生活力ノ減少ヲ示シ、茲ニ Catalase ノ活力ニ於テモ、生理的ニ平衡ヲ保ツテキルコトガ分ル。

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、水稻ノ Catalase ノ活力ニ就テ觀ルト「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ夫ト傾向ガ異ツテキル。卽チ $FeSO_4$ ノ用量ヲ增セバ、最高分蘖期ニ於テハ葉ノ Catalase ノ活力ハ減少ノ傾向ヲ示シテキル。之ハ硝酸態素窒ヲ用ヒタ場合、葉ノ組織ノ酸化還元電位ガ增加ノ傾向ヲ有スルコトヽ思ヒ合セレバ興味アル事實デアル。乳熟期デハ多少增加ノ傾向ガアル樣ニ見エルガ先ヅ大差ガナイノデアツテ、コノ時期ノ葉ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化ガ顯著デナカツタ事實ト同樣ナ傾向ヲ示ス。穗ニ於テモ亦然リデアル。然ルニ「カリ」ノ用量ヲ增スト、最高分蘖期ニ於テモ亦、乳熟期ニ於テモ、葉ノ Catalase ノ活力ハ「アンモニア」態窒素ノ場合ノ樣ニ、鐵ノ用量ヲ增シタ場合ト相反スル傾向ヲ示サナイデ、同樣ニ變化スル傾向ヲ示ス。コノコトガ硝酸態窒素ノ場合ニ於テハ、$FeSO_4$ ノ障礙作用ニ對シ「カリ」ノ對抗的效果ノ少イ事實ト對照スルトキ、聯關ノアルコトヲ想ハシメル。又穗ニ就テ見レバ Catalase ノ活力ハ減少ノ傾向ガアル樣ニ思ハレル。

斯樣ニ Catalase ノ活力ハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合トデハ、鐵鹽類ノ障礙作用ニ對シ異ツタ傾向ヲ示ス。シカモ「カリ」ニヨツテ、對抗的ニコノ障礙作用ヲ阻止スルタメニハ、前者ヲ用ヒタ方ガ效果的デアルシ、又 Catalase ノ活力モ鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ得ラレタ所ノ結果ト相反スル結果ヲ示ス。然シ乍ラ硝酸態窒素ノ場合ニハ其ノ變化ガ同一方向ヲ辿リ、又假令反對ノ方向ヲ辿ルトシテモ著シクナイ。蓋シ水稻ハ度々述ベタ樣ニ「アンモニア」性植物デアルカラデアラウ。卽チ Catalase ノ活力ハ組織ノ酸化還元電位ノ變化ト相當密接ナ關係ヲ有スルコトガ分ル。

更ニ呼吸作用ノ消長ト Catalase ノ活力トノ間ニ相關々係アリヤ否ヤニ就テ調査シ、確證ヲ得ル目的デ、水稻幼植物ニ就テ過剩ノ鐵鹽類ノ存在スルトキニ、「カリ」ノ用量ヲ變ヘタ場合ノ葉ニ就イテ實驗シタ。其ノ結果ハ第37表ノ通リデアル。

第37表　**「アンモニア」**態窒素ヲ用ヒタ場合**水稻幼植物**ノ Catalase ノ活力

試驗區番號	K_2O 用量 (mg)	アンモニア態窒素	
		Catalase 0.1% H_2O_2 分解c.c/1g酵素懸濁液	呼吸量 CO_2mg/1g生葉/2時間
7	0	35.80	4.69
8	10	29.52	4.67
9	25	29.52	3.87
10	50	29.46	3.52
11	75	29.36	3.17
12	100	29.36	3.11

第38表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合水稻幼植物の Catalase の活力

試驗區番號	K_2O 用量 (mg)	硝酸態窒素	
		Catalase 0.1% H_2O_2 分解c.c/1g酵素懸濁液	呼吸量 CO.mg/1g生葉/2時間
19	0	40.81	3.46
20	10	40.12	3.02
21	25	40.12	2.70
22	50	39.76	2.63
23	75	39.64	2.26
24	100	39.60	2.17

即チ水稻幼植物ノ試驗結果カラモ、Catalase ノ活力ト呼吸作用トノ間ニハ密接ナ關係ガアリ、從テ組織ノ酸化還元電位ニモ相關々係ガアルコトガ判ル。

5.一 植物體ノ窒素同化作用

次ニ窒素ノ同化作用ニ及ボス「カリ」ノ生理化學的機能並ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ノ影響ニ就テ、最高分蘖期ノ水稻ヲ用ヒ實驗シタ所、次表ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第39表　「アンモニア」態窒素ノ場合「カリ」ト鐵トノ用量ノ變化ガ、水稻ノ葉中ノ蛋白態窒素及可溶性窒素ノ分布ニ及ボス影響

試驗區番號	用量 (g)		アンモニア態窒素の場合 (無水物%)			
	Fe_2O_3	K_2O	全　N	蛋白體 － N	可溶性 － N	蛋白體N/可溶性N
1	0.6	1.0	3.06	2.61	0.45	5.80
2	0.9	1.0	1.72	1.40	0.32	4.38
5	1.2	0.	2.69	1.98	0.71	2.79
6	1.2	0.6	2.54	2.09	0.45	4.64

第40表　硝酸態窒素ノ場合「カリ」ト鐵トノ用量ノ變化ガ水稻ノ葉中ノ蛋白態窒素及可溶性窒素ノ分布ニ及ボス影響

試驗區番號	用量 (g)		硝酸態窒素ノ場合 (無水物%)			
	Fe_2O_3	K_2O	全　N	蛋白體 － N	可溶性 － N	蛋白體N/可溶性N
10	0.6	1.0	2.62	2.13	0.49	4.35
11	0.9	1.0	1.45	1.13	0.32	3.53

13	1.2	0.	2.24	2.02	0.22	9.18
14	1.2	0.6	2.19	1.83	0.36	5.09

Gregory 及 Wall[39][40][41] ニヨルト、植物體中デ生成サレタ「アミノ酸」ハ「カリ」ノ存在ノ下デハ、充分ニ蛋白質ニ轉化スルカラ、可溶性窒素ノ量ハ少クナル。然ルニ「カリ」ガ乏シイ場合ニハ、蛋白質ノ生成ガ充分ニ行ハレズ、又行ハレタトシテモ炭酸同化ガ、充分ニ營マレナイカラ炭水化物ノ生成モ劣リ、其結果トシテ蛋白質ハ加水分解ヲ起シテ、Proteolysis ノ現象ニ因リ、炭水化物ガ分子間呼吸ニヨリ利用サレテ「エネルギー」源トナルト云フ。分子間呼吸ノ盛ンニナル結果ハ組織モ亦、還元電位ガ增スコトニナルノデアラウ。又、蛋白體窒素／可溶性窒素ハ Peach 等[61][34] ノ所謂 "Relative protein value" (相對蛋白價)ト呼バレルモノデアツテ、蛋白生成ノ批判基準トナルモノデアル。卽チコノ値ハ蛋白代謝 (Protein metabolism) ニ於ケル平衡ノ瞬間的狀態ヲ示スモノデアルト同時ニ、葉ノ蛋白生成ノ能力ヲ示スモノデアル。從テコノ比ガ低イトキニハ、可溶性窒素ノ含量ガ高ク且、カヽル場合ニハ葉ガ蛋白ヲ生成スル能力ガ劣ツテヰルコトヲ意味スル。其結果、蛋白ガ分解シテ蛋白ニ對シ可溶性窒素ノ含量ガ高マルワケデアル。

上表ノ結果ニ就テ "Relative protein value" ヲ考察スルト、先ヅ「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ、假令土壤中ニ有效性「カリ」ガ充分ニアツテモ、鐵鹽類ノ過剩ノ溶存ニヨツテ障礙ヲ來タストキニハ、コノ比ガ減少シテクル傾向ガアル。卽チ上述ノ樣ニ、蛋白生成能力ガ、鐵鹽類ノ障礙ニヨツテ減少シテクルコトヲ意味スル。蓋シ蛋白ノ生成ト同化作用ノ間ニハ密接ガ關係ガアルコトガ知ラレテヰルキルカラ、鐵鹽類ノ過剩ニヨリ、同化作用ニ障礙ヲ及ボス結果、炭水化物ノ生成モ劣リ、從テ蛋白ノ生成モ亦、阻止サレルノデアラウト想ハレル。然ルニ、コノ場合ニ有效性「カリ」ノ適量ヲ施スト、該比ハ高マツテクル。卽チ「カリ」ノ鐵鹽類ノ障礙ニ對スル對抗的效果ニヨツテ、同化作用モ强大トナリ、蛋白ノ生成モ增シテクルコトヲ意味シテヰル。斯樣ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ニヨリ、植物體內ノ窒素同化作用ヲ圓滑ナラシメ蛋白ノ生成能力ヲ高メルカラ、鐵鹽類ノ障礙作用ヲ除キウルワケデアル。

次ニ硝酸態窒素ノ場合ニハ、コノ値ハ「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ減少スル傾向ヲ示スカラ、蛋白生成機能ガ妨ゲラルコトヲ意味スル。然ルニコノ場合ニハ、有效性「カリ」ノ適量ヲ增シテモ「アンモニア」態窒素ノ場合ノ樣ニハ高マラナイデ、寧ロ反ツテ減少ヲ示シテヰル。蓋

シ、前ニ述ベタ様ニ、硝酸態窒素ノ場合ニハ、水稲ガ「アンモニア」性植物デアルカラ、利用サレ難ク、同化作用モ後者ニ比シテアマリ大キクハナイカラ炭水化物ノ生成モ劣リ、従テ蛋白ノ生成モ劣ルト共ニ、他方「カリ」ノ對效的效果ガ顯著デハナイタメニ減少シタモノト想ハレル。コノ傾向ハ後ニ述ベル様ニ「アンモニア」性植物タル里芋ニ於テモ認メラレタ事實デアリ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ顯ハレルーノ特長デアル。

「カリ」ハ植物體組織内ニ在ツテ生理的ニ酸化促進ノ效果ヲ顯ハスカラ、水稲ニ窒素源トシテ「硫酸アンモニア」ヲ施スト「アンモニア」ノ酸化ヲ容易ニシ、炭水化物トノ結合ニヨツテ「アミノ」酸ヲ形成シ更ニ高級蛋白ガ合成サレル。然ルニ窒素源トシテ「硝酸ソーダ」ヲ用ヒルトキハ、硝酸態窒素ハ「アミノ」酸類ニ變化スル際ニ、酸化ノ要ナク、従ツテ還元ノ過程ヲ經ナケレバナラヌコトモアルカラ、「カリ」ノ觸媒的作用ヲ敢テ要シナイ。而テ「硫酸アンモン」ト「硝酸ソーダ」ヲ用ヒタ場合ニ、植物體組織ノ酸化還元電位ヲ測定シテ見ルト、前者ハ其ノ用量ニ伴ツテ還元電位ノ高マルノヲ認メ、後者ハ逆ニ酸化電位ノ遞増ヲ認メル。斯様ニ組織ノ酸化還元電位ヨリ観テ組織ガ還元狀態ニアルコトハ其組織ノ生活機能ガ未完狀態ニ存スルコトヲ示スト同時ニ榮養機能ノ旺盛ナコトヲ示シテキル。「アンモニア」態窒素ニ「カリ」ヲ添加スルト蛋白生成ニ觸媒的役割ヲナシ、酸化促進ノ效果ヲ表ハスノニ、尙ホ組織ハ榮養期ニ於テハ、生殖期ニ比ベテ還元狀態ヲ保ツホド、榮養機能ヲ活潑ニスル。此考察ヲ押進メテ行ケバ「アンモニア」態窒素ト「カリ」ノ平衡ヲ超エテ生理作用ヲ害シナイ程度ニ、「カリ」ノ過剩ヲ組織内ニ見出スナラバ、酸化狀態トナリ生殖機能ノ活動ヲ始メルノデアツテ、實驗的ニ以前ノ研究ニ於テ見ラレタ様ニ、窒素ノ過剩ハ榮養機構ノ活動ヲ促シ、徒長ノ現象トモナルガ、「カリ」ノ過剩ニヨツテ之ヲ抑制シ、生殖機構ノ活動ヲ促スコトニナル譯デアル。従テ植物體内ニ於ケル窒素「カリ」及鐵ノミナラズ其他ノ要素ノ間ニハ全般的ニ或一定ノ生理的平衡ガ存在スベキワケデアル。斯如キ、生理的平衡ノ破壊セラレタ場合ニハ障礙作用ガ惹起シ、適當ナ要素ノ共存ニヨツテ對抗的ニ生理的平衡ガ保タレ、茲ニ始メテ對抗作用ガ樹立サレルワケデアル。

尙ホ水稲ハ窒素源トシテ、餘リ硝酸態窒素ヲ利用シナイ榮養機構ヲモツテキルカラ、「カリ」ノ觸媒的效果ヲ要シナイ許リデナク、假令還元ヲ促ス要素ヲ與ヘテモ蛋白生成ニ「アンモニア」態窒素ガ「カリ」ノ觸媒的作用ニヨツテ行ハレル様ニハ利用サレ難イ。水稲ガ「アンモニア」性植物タル所以ガ茲ニ存スルワケデアル。

6. 土壤溶液ノ理化學的性質

前報ニ於テ土壤溶液中ニ鐵鹽類並ニ「カリ」ガ共存スルトキ、其ノ解離度並ニ形態ニ就テ論ジタガ、本報ニ於テ更ニ土壤溶液ノ理化學的性質就中土壤溶液ノ酸化還元電位並ニ pH ニ就テ變化ノ狀態モ究メヨウト思ツタ。其結果ハ第41—42表ニ示ス通リデアル。但シ最高分蘖期ノ試驗土壤ヲ用ヒテ實驗ヲ行ツタ。

第41表 **「アンモニア」**態窒素ヲ用ヒタ場合ノ**土壤溶液**ノ酸化還元電位並ニ pH

試驗區番號	用量 (g) Fe_2O_3	用量 (g) K_2O	Eh (mv)	PH
1	0.	1.0	− 192.2	7.0
2	0.6	1.0	− 192.5	6.7
3	0.9	1.0	− 200.4	6.6
4	1.2	1.0	− 211.8	6.4
5	1.2	0.	− 244.9	6.9
6	1.2	0.6	− 223.6	6.5
7	1.2	0.9	− 204.7	6.5
8	1.2	1.2	− 182.4	6.1

第42表 **硝酸態窒素**ヲ用ヒタ場合ノ試驗區**土壤溶液**ノ酸化還元電位並ニ pH ノ變化

試驗區番號	用量 (g) Fe_2O_3	用量 (g) K_2O	Eh (mv)	PH
9	0.0	1.0	− 199.6	6.5
10	0.6	1.0	− 221.0	6.2
11	0.9	1.0	− 150.6	6.6
12	1.2	1.0	− 145.7	6.6
13	1.2	0.0	− 191.4	7.0
14	1.2	0.6	− 210.3	6.4
15	1.2	0.9	− 196.2	6.7
16	1.2	1.2	− 191.4	7.0

上表ノ結果カラ先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ試驗區ノ土壤溶液ニ於ケル酸化還元電位ヲ(Eh)見ルト、假令土壤溶液中ニ充分量ノ「カリ」ガ存在シテキテモ鐵ノ用量ヲ增スト Eh ハ減少スル傾向ヲ認メラル。即チ還元電位ガ增

シテクル。然ルニ、之ニ反シテ土壤溶液中ニ過剩ノ鐵鹽類ノ存在スルトキニ「カリ」ノ用量ヲ増ストキハ Eh ハ遞增スルコトガ知ラレル。卽チ酸化電位ガ増シテクル。斯樣ニ土壤溶液中ニ於テモ植物體組織ニ於テ見ラレタ樣ニ、溶液ノ酸化還元電位ハ、鐵ノ用量ヲ増シテ植生ニ障礙ヲ與ヘル場合ト、コノ場合ニ「カリ」ノ用量ヲ増シテ、其ノ對抗的效果ニヨリ、植生ヲ良好ナラシメル場合トデ、夫々相反スル傾向ガアル。蓋シ土壤溶液中ニ過剩ノ $FeSO_4$ ガ溶存シテヰルトキニ K_2SO_4 ヲ施セバ、濃度ノ稀薄ナトキハ共通「イオン」ノ影響ニヨツテ相互ノ解離度ノ減少ヲ見ルワケデ、然ルニコノ程度ヲ超エテ濃度ガ増シテクレバ、複鹽 $FeSO_4$ K_2SO_4 ガ生成サレルカラ、何レニシテモ土壤溶液中ニ、活性ナ Fe^{II} ノ濃度ガ減ズル。故ニ一定量ノ土壤溶液中ノ $FeSO_4$ ノ濃度ガ K_2SO_4 ノ夫ヨリ大デ、而モ複鹽ノ生成サルベキ濃度ヨリ大ナル場合ニハ、活性ノ Fe^{II} ガ多イカラ、酸化還元電位モ減少シテクル。然シ乍ラ、コノ逆ノ場合、卽チ K_2SO_4 ノ濃度ガ $FeSO_4$ ノ夫ヨリ大デ、而モ複鹽ノ生成サルベキ濃度ヨリ大ナル場合ニハ、活性ノ Fe^{II} ガ少イカラ酸化電位ガ増シテクルワケデアル。コノ點ヲ更ニ確證スル目的デ旣ニ發表シタ通リ、土壤中ニ有效性「カリ」ノ相當含マレテヰルニモ拘ハラズ、可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ溶存セルタメニ、旣述ノ如ク「カリ」ノ肥效ノ顯著デナイタメニ、人爲的ニ「カリ」ノ施用ヲ必要トスル所ノ冬山土壤ヲ用ヒテ次ノ樣ナ實驗ヲ行ツタ。卽チ、一ハ冬山土壤ノ無肥料區土壤ヲ 3g 取リ、之ニ 0.2mg K_2O ニ相當スル K_2SO_4 ヲ加ヘ更ニ、蒸溜水 7cc ヲ加ヘ、室溫ニテ 7 日間放置シタモノヲ設ケタ。他ノ一ツハ K_2SO_4 ヲ施サナイデ蒸溜水 7cc ダケヲ加ヘ同樣ニ處理シタ。其ノ結果第43表ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第43表　冬山粘板岩質土壤ノ酸化還元電位ニ及ボス「カリ」ノ影響

試驗區	Eh (mv)	pH
(A) カリ不加用區	− 129.8	6.1
(B) カリ加用區	− 123.8	5.5

コノ結果カラ觀テモ、$FeSO_4$ ニ富ム冬山土壤ニ「カリ」ヲ施用スルトキハ、一定量ノ土壤溶液中デ、兩者ノ濃度ガ稀薄ナ場合ニハ、夫々ノ解離度ヲ減少シ、又濃厚ナ場合ニハ複鹽ヲ形成シテ、沈積スルカラ、何レニシテモ Fe^{II} イオンノ活力ガ減少スル。勿論コノ場合 K イオンノ活力モ減少スルコトハスルガ、「カリ」ヲ施シタトキハ Fe^{II} イオンノ夫ヨリモ影響ガ少イカラ、從テ土壤溶液ノ酸化還元電位ハ增加ヲ來タスノデアル。又事實、冬山土壤ノ收穫跡地ノ無カリ及三要素區ノ土壤ノ酸化還元電位竝ニ pH ヲ測ツテ見ルト次表ノ通リデアツテコノ說明ヲ裏書シテヰル。

第44表　冬山粘板岩質土壤ノ酸化還元電位

試驗區	Eh (mv)	PH
ムカリ區	− 122.8	5.2
三要素區	− 105.0	5.0

次ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト異リ、鐵ノ用量ヲ増スト或程度マデ後者ト同樣ニ土壤溶液ノ酸化還元電位 Eh ハ減少スルガ、以後鐵ノ用量ヲ増セバ增加ノ傾向ガアル。然ルニ「カリ」ヲ施スト概シテ電位ハ大差ハナイガ、多少減少スル傾向ガアル。

7. 對抗作用ニ關スル補遺的實驗竝ニ考察

著者ノ今迄ノ研究ニヨツテ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ植物體ニ對シ二ノ要因カラ成立ツテヰル。卽チ一ハ土壤溶液中ニ於ケル變化デアリ、其ノ二ハ植物體中ニ於ケル變化デアル。前者ハ土壤溶液中ニ K_2SO_4 ト $FeSO_4$ トノ共存スル場合ニ、一定條件ノ下ニ、此等鹽類間ニ相互作用ヲ起シ、解離度ヲ減少シテ、更ニ一定濃度ニ達スレバ複鹽ヲ生成シ、沈澱ヲ來タス。後者ハ先ヅ $FeSO_4$ ノ施用量ヲ増スト植物體内ニ於テ Fe^{II} ノ透析性ノ活性ノモノガ增加スル。コノ活性ナ Fe^{II} ハ分子狀酸素ヲトリ、Fe^{III} トナツテ組織中ニ沈積シ、細胞原形質ヲ凝固サセルカラ障礙ヲ來タスコトニナル。然ルニ、コノ場合ニ「カリ」ヲ施スト、植物體内ニ透析性ノ活性ナ形態ノ「カリ」ガ攝ラレルト共ニ活性ノ Fe^{II} ガ減少シ、細胞ノ原形質ノ凝固ヲ妨ゲルカラ、「カリ」ト鐵トノ間ニ生理的平衡ガ保タレテ、「カリ」ノ對抗的效果ガ發揮サレル。卽チ $FeSO_4$ ノ用量ヲ増セバ組織中ノ酸化還元系ニ活性ナ Fe^{II} ガ増スカラ、分子狀酸素ヲ攝リ Fe^{III} 又ハ共ノ複合體ニ暫定的ニナルタメ、呼吸作用モ增加スルト共ニ、Catalase モ聯關シテ增加スル。從ツテ酸化電位ガ低メラレ、還元電位ガ高メラレル。然ルニ「カリ」ノ用量ヲ増セバ體内ノ活性ナ Fe^{II} ガ減少シ、Fe^{III} 又ハ共ノ複合體ノ生成ガ妨ゲラレルト共ニ、更ニ體内既存ノ Fe^{III} 又ハ共ノ複合體モ同化生成有機物ニヨツテ還元セラレルカラ細胞原形質ノ凝固ヲ妨ゲル。從ツテ呼吸作用ハ減少シ、Catalase ノ活力モ之ニ伴ツテ減ジテクルカラ、酸化電位ガ高マル。

斯樣ニ「カリ」ト鐵トノ間ノ對抗作用ニ限ラズ、一般ニ對抗作用ニ關與スル各イオン」ノ活性ナ形態ノモノ、ノ濃度ノ差ニヨツテ、植物体組織ノ酸化還元電位ニ變化ヲ生ゼシメ、相反スル傾向ニ存在スルトキ對抗作用ハ最モ顯著ニ顯ハ

レル。然シ乍ラ同ジ傾向ヲ辿ルトキハ對抗作用ハ弱クナル。從ツテ逆ニ對抗的效果ヲ發揮セシムル爲メニハ組織ノ酸化還元電位ハ障礙作用ヲ與フル場合ト對抗的效果ヲ發揮セシムル場合トデハ相反スル傾向ヲ保タシメルコトヲ要スル。卽チ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比シ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ「カリ」ト鐵ノ對抗作用ノ弱イノハ、コノ理由ニヨル。

仍テ以下對抗作用ニ關シ二、三ノ補遺的實驗ヲ試ミ酸化還元電位トノ關係ヲ明ニショウト欲シタ。蓋シ「カリ」ハ植物體組織ノ新陳代謝ニ關與シ其酸化電位ヲ高メル生理的機能ヲ有シテヰルカラ之ト共存スル他ノ要素ガ障礙作用ヲ及ボシ還元電位ヲ高メル場合デモ對抗的效果ヲ發輝スル。或ハ又假令同一要素デアツテモ環境條件就中光線ノ强サ等ニヨツテモ酸化還元電位ノ變化スル場合ニハ當然對抗的效果モ異ツテクルデアラウト思ハレル。

a) カリト鐵トノ對抗作用ニ及ボス光線ノ影響

鐵ハ植物體ニ「カリ」ノ供給ガ不足ノ場合ニハ同化器官デアル莖葉ニ集積スルガ「カリ」ヲ增シタ場合ニハ同化機能ノ盛ンナ莖葉ニ集積スルコトナク他ノ生育旺盛ナル器官ノ生長點[19]ニ移動スベキコトハ既ニ知ラレタトコロデアル。G. Rhode[45,46]ニヨレバ鐵ハ同化又ハ呼吸作用ニ際シ觸媒トナリ或ハ又同化又ハ呼吸酵素ノ構成物質トシテ存在スル樣ニ考ヘラレテヰル。而テ光線ノ强イ場合又ハ溫度ノ高イ場合ニハ同化或ハ呼吸器官ニ於テハ「カリー鐵ーカタラーゼ」ノ組合セノ活力ガ大デアツテ鐵ノ存在ヲ必要トスル。之ニ反シ光線トカ溫度ノ弱イ場合ニハ「カリ、ーマンガン、ーパーオキシダーゼ」ノ組合ノ活力ガ「カリー鐵ーカタラーゼ」ノ夫ニ比シテ大デアルカラ從ツテ「マンガン」ノ存在ヲ必要トスルト云フ。蓋シ從來「カタラーゼ」ハ呼吸作用ニ際シテ好氣呼吸ヲ司リ「パーオキシダーゼ」ハ嫌氣(分子間)呼吸ヲ司ル。光線ノ弱イ場合ニハ嫌氣呼吸ガ好氣呼吸ヨリモ强イコトガ明ラカデアル。仍テ環境要素デアルトコロノ光線ノ强サヲ變化セシメルコトニヨツテ植物體組織ノ酸化還元電位ハ如何ニ變化スルカ、或ハ其ノ對抗作用ノ强弱如何ニ就テ考察ショウト思ヒ次ノ樣ナ實驗ヲ行ツタ。卽チ「ノイバウエル」幼植物法ニ準據シ18日間水稻幼植物ヲ暗所デ生育サセ其組織ニ就テ酸化還元電位、pH、呼吸作用等ヲ調ベタ。但シ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ就テノミ試驗ヲ行ツタ。其他ノ條件ハ今迄ノ實驗ニ於テ明ルイ場合ト同樣ニ處理シタ。蓋シ水稻ハ「アンモニア」性植物デアルカラ「カリ」ノ對抗的效果モ顯著デアリ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ノ現象ヲ明ニシウルカラデアル。

第45表　暗所ニ於ケル「カリ」ト鐵ノ對抗作用ト水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	用量 (mg)		Eh (mv)			PH		呼吸量
	Fe_2O_3	K_2O	生體量 (g)	葉	根	葉	根	CO_2mg/1g生葉/2時間
暗 1	0	50	5.68	− 112.6	− 78.8	6.5	5.7	3.36
2	10	50	5.68	− 119.0	− 68.4	6.4	5.6	3.31
3	25	50	4.93	− 111.2	− 66.5	6.4	5.6	2.67
4	50	50	4.85	− 105.7	− 50.6	6.4	5.1	3.23
5	100	50	4.85	− 106.9	− 40.9	6.5	4.8	3.14
6	50	0	3.96	− 121.5	− 110.0	6.6	6.0	5.27
7	50	10	3.86	− 122.5	− 107.5	6.6	5.9	5.40
8	50	25	3.62	− 121.0	− 107.5	6.6	6.0	4.99
9	50	50	3.76	− 116.0	− 106.0	6.6	6.0	4.89
10	50	100	3.30	− 115.5	− 105.0	6.4	6.0	4.90

上表ニヨツテ見ルト暗所デハ先ヅ鐵ノ用量ヲ增シタ場合ニハ概シテ莖葉ノ酸化還元電位ハ遞增スル傾向ガアリ、明ルイ普通ノ狀態ノ場合ニ比ベテ相反スル傾向ニアル。根モ亦鐵ノ用量ニ伴ツテ遞增ノ傾向ニアル。蓋シ暗所ニ於テハ水稻幼植物ガ黃綠色ヲ呈シ恰モ萎黃化シタ樣ナ觀ヲ與ヘルカラ恐ラクRhodeノ云フ樣ニ鐵ノ攝取利用ガ明ルイ場合ノ樣ニハ活潑デナイカラFe^{II}ノ濃度モ亦組織中ニハ增シテコナイデアラウカラ、Ehモ亦遞減シナイデ增加ヲ來タシ卽チ酸化電位ガ高マツテクルノデアラウ。蓋シ暗所ニ於テハ明ルイ普通狀態ノモノニ比較シテ鐵ノ用量ヲ增シテモ葉ノ收量ガ左程減少シナイコトハ、コノ邊ノ事實ヲ物語ツテヰル。次ニ呼吸作用ハ鐵ノ用量ニ伴ツテ減少シテクル傾向ガアル。卽チ酸化電位ガ高マツテヰルワケデアリ、明ルイ場合ト全ク相反スル現象ヲ示シテヰル。

次ニ$FeSO_4$ノ過剩ニ溶存スルトキ「カリ」ノ用量ヲ增セバ「カリ」不足ノ場合ニ比ベ多量ヲ施シタ場合ノミ、Ehハ增加スルコトヲ多少認メウルガ、明ルイ場合ノ樣ニ顯著デハナイ。蓋シ「カリ」ハ同化作用ニ關與スルモノデアリ從ツテ光線ノ明ルイ正常ナ狀態ニ於テ活潑ニ行ハレルモノデアルカラ「カリ」ノ效果モ亦暗所ニ於ケル場合ヨリハ大ナルベキデアル。仍テ「カリ」本來ノ生理的機能タル植物體組織ノ酸化還元電位ノ增加卽チ酸化電位ノ增加ガ暗イ場合ニハ認メラレナイノデアル。實際ニ葉收量ニ就テ見テモ暗所デハ明ルイ場合ノ樣ニ「カリ」ノ用量ヲ增シテモ增加スルコトナク反ツテ減少スル傾向ガアリ「カリ」ノ對抗的效果ノ少イコトヲ物語ツテヰル。呼吸作用ハ稍々減少ノ傾向ヲ示シテヰル。次ニ根ノ組織ノ酸化還元電位ハ葉ト同樣ニ明ルイ場合ニ比

ベテ、暗所デハ全般的ニ低ク、且ツ「カリ」ノ用量ヲ增シテモ、Eh ハ多少增加ノ傾向ヲ示スニ過ギナイ。

是ヲ以テ觀レバ「カリ」ト鐵ト[60]ノ對抗作用ハ、光線ノ强弱ニ影響シ、弱イ場合ニハ、之ヲ認メルコトガ出來ナイ。從テ暗所デハ酸化還元電位ハ、鐵鹽類ヲ過剩ニ施シテ障礙作用ヲ來タシタ場合モ、又「カリ」ノ用量ヲ增シテ、對抗的效果ヲ發揮サセタ場合モ同一ノ變化ノ傾向ヲ示シ、且共ノ變化ノ程度モ亦、明ルイ場合ニ比ベテ暗所デハ小サイ。蓋シ同化作用ハ光線ノ强サニヨル處ガ大キイカラデアリ、從テ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ同化作用ニモ密接ナ關係ヲ有スルコトヲ知ルト共ニ、組織ノ酸化還元電位モ亦、相關々係ヲ有スルコトガ判ル。卽チ Rhode ノ云フ樣ニ明ルイ普通ノ狀態ノ場合ニハ、光線ノ弱イ狀態ニ比ベテ、植物體內ノ「カリ」ト鐵ト「カタラーゼ」ノ三者ノ組合ニヨル活力ガ旺盛デアルコトヲ裏書スル。

b) 硫酸「カリ」ト硫酸「マンガン」ノ共存スル場合水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化

次ニ「カリ」ト鐵ノ間バカリデナク「カリ」ト「マンガン」トノ間ニモ對抗作用[45−46]ガアルト云ハレテキルノデ、水稻幼植物ヲ用ヒテ、果シテ然ルヤ否ヤヲ見ルト共ニ、共組織ノ酸化還元電位ニ如何ナル影響ヲ及ボスカヲ知ラウト思ヒ、次ノ樣ナ實驗ヲ行ツタ。卽チ、K_2SO_4 ト $MnSO_4$ ヲ用ヒ共用量ヲ變ヘテ「ノイバウエル」法ニヨリ、一定日數栽培シタ水稻幼植物ノ葉及根ノ收量ヲ測リ、後共組織ノ酸化還元電位、pH 竝呼吸作用ヲ測定シタ。共結果ハ第46表ニ示ス通リデアル。

第46表　K_2SO_4 ト $MnSO_4$ トノ共存スル場合、水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化

要素量 (mg)		葉			根			呼吸量
K_2O	Mn_2O_3	生體量 (g)	Eh(mv)	pH	生體量 (g)	Eh(mv)	pH	CO_2mg/1g生葉/2時間
10	50	3.14	− 135.8	6.6	3.68	− 124.3	6.1	8.27
10	100	2.98	− 156.3	6.7	3.07	− 137.3	6.8	8.35
50	10	2.97	− 98.5	6.6	3.49	− 62.8	5.8	9.05
100	10	3.20	− 93.5	6.5	4.44	− 64.5	5.7	5.95

第47表　「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	用量 (mg)		葉			根			呼吸量
	Mn_2O_3	K_2O	生體量 (g)	Eh(mv)	pH	生體量 (g)	Eh(mv)	pH	CO_2mg/1g生葉/2時間
1	0	50	4.58	− 122.8	6.3	1.24	− 118.6	5.4	3.71
2	10	50	4.85	− 125.6	6.2	1.55	− 113.7	6.1	3.73
3	25	50	4.80	− 127.0	6.2	1.36	− 120.5	5.5	4.96
4	50	50	4.44	− 130.8	6.1	1.11	− 144.1	5.6	4.79
5	75	50	4.46	− 146.5	6.6	1.13	− 119.6	5.4	4.73
6	100	50	4.50	− 164.6	6.3	1.06	− 129.4	5.4	4.81
7	50	0	3.46	− 183.2	5.9	1.17	− 141.5	5.4	4.87
8	50	10	4.17	− 186.9	6.5	1.81	− 131.9	5.4	4.14
9	50	25	4.23	− 148.1	7.2	1.89	− 99.6	5.4	4.11
10	50	50	4.43	− 144.4	6.0	1.91	− 140.8	5.2	4.14
11	50	75	4.46	− 171.9	6.3	1.35	− 112.8	5.1	4.33
12	50	100	4.79	− 217.7	6.3	1.51	− 170.6	5.1	4.41

是ニヨツテ觀ルト「カリ」ニ對シテ「マンガン」ノ用量ヲ增シタ場合ニハ、少量ハ多少良好デアルガ、多量ハ、葉及根ノ生育ヲ阻害シ、共ノ生體量ハ減少スル。而シテ葉及根ノ組織ノ酸化還元電位ハ減少スル傾向ガアル。恰モ $FeSO_4$ ノ用量ヲ增シタ場合ニ、障礙作用ヲ呈スルトキ、組織ノ酸化還元電位ノ減少シタ場合ト同樣ナ現象デアル。呼吸作用ハ Eh ニ反映シテ增加シテクル。然ルニ逆ニ「マンガン」ノ過剩ニ對シテ「カリ」ノ用量ヲ增シテクルト、對抗的效果ヲ發揮シ、葉及根ノ生體量ハ增加シテクル。組織ノ酸化還元電位ハ、葉モ根モ共ニ增加シテクルカラ、$FeSO_4$ ノ障礙作用ニ對シ、K_2SO_4 ノ對抗的效果ノ發揮サレタ場合ト、全ク同樣ナ傾向デアル。而シテ呼吸作用ハ酸化電位ノ增加ニ反シテ減少ヲ示シテクル。結局「カリ」ト「マンガン」トノ間ニモ對抗作用ノ成立スルコトヲ知ルノデアツテ、卽チ水稻幼植物組織ノ酸化還元系ニ於テ、「マンガン」ノ障礙作用ニヨツテ還元電位ノ高メラレル場合ニ、「カリ」ノ適量ヲ施セバ對抗的效果ニヨリ、酸化電位ガ高メラルカラ、電位的ニ平衡ヲ保チ得ル。從ツテ逆ニ對抗的效果ヲ發揮サセル爲メニハ、一ノ要素ニヨツテ障礙作用ヲ呈スル場合ニ示サレル酸化還元電位ニ對シ、相反スル酸化還元電位ヲ與ヘル樣ナ、他ノ要素ヲ與ヘタ場合ニノミ、電位的ニ平衡ヲ保ツカラ、對抗的效果ガ發揮サレルノデアツテ、各要素ノ電位ノ相反スル程度ノ大キイ場合程、對抗作用ハ强イ。例ヘバ「カリ」ト鐵ノ對抗作用ハ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ强ク、又「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ、「カリ」ト「マンガン」ノ夫ヨリ

モ强イノガ其ノ實例デアル。

之ヲ要スルニ「アンモニア」態窒素ヲ、「アンモニア」性植物タル水稻ニ供給スレバ、其ノ量ニ從ツテ葉ノ組織ノ酸化還元電位ハ還元電位ヲ高メ、榮養體ノ生活力ヲ益々旺盛ニスルガ、鐵鹽類ノ過剰ノ共存スルトキハ、更ニ一層還元電位ガ高マリ、蛋白質ノ生成ガ充分ニ行ハレズ、又行ハレタトシテモ「カリ」ノ有效性ガ減殺シ、炭酸同化ガ充分ニ營マレナイカラ炭水化物ノ生成モ劣リ、其結果トシテ蛋白質ハ加水分解ヲ起シテ、Proteolysis ノ現象ニヨリ、炭水化物ガ分子間呼吸ニ利用サレテ「えねるぎー」源トナル。分子間呼吸ノ盛ンニナル結果ハ、組織モ亦、還元電位ガ增ス。然ルニ「カリ」ノ施用ニヨツテ、對抗的效果ヲ發揮スル場合ニハ、「カリ」ガ炭酸同化ヲ充分ニ行フ結果、Proteolysis ニヨリ、分子間呼吸ノ强マラナイ結果植物體組織內ニ在ツテニ生理的酸化促進ノ效果ヲ著ハスカラ、蛋白質ノ生成ヲ充分ニシ、榮養體ノ生活力ヲ弱メ、出穗結實ヲ促ガスコトニナル。玆ニ窒素ト「カリ」ト鐵トノ間ニ、適正ナ量的平衡ノ存在ヲ必要トシ、其平衡ヲ越エテ、鐵ガ多カツタトスレバ、障礙作用ヲ呈スルワケデアル。又平衡ヲ保タシメルコトニヨツテ「カリ」ノ對抗的效果ガ發揮サレル。然ルニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ「アンモニア」態窒素ニ比シテ、榮養竝生殖機構ヲ活潑ニシナイカラ、其組織ノ酸化還元電位ハ高メラレ即チ酸化電位ガ高マツテキル。又硝酸態窒素ハ「アミノ」酸類ニ變化スル際ニ酸化ノ要ナク、從ツテ「カリ」ノ觸媒的作用ヲ敢テ要シナイ。從テ鐵鹽類ニヨル障礙作用ハ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比シテ、加重サレテクルワケデアル。

B. 窒素ノ形態ヲ異ニシ、「アンモニア」態竝ニ硝酸態窒素ヲ夫々用ヒタ場合ノ里芋ニ於ケル、「カリ」ト鐵鹽類ノ對抗作用

前章Aニ於テ水稻ヲ用ヒテ、窒素ノ形態ヲ異ニシ、「アンモニア」態竝ニ硝酸態窒素ヲ夫々用ヒタル場合ノ「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用ニ就イテ述ベタ。本實驗ニ於デハ、澱粉作物デ又「カリ」植物ト見做スベキ、里芋ヲ用ヒテ實驗ヲ行ナツタ。著者ハ以前ニ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒテ、過剰ノ鐵鹽類ノ存在ニヨツテ、障礙ヲ呈スルトキニ、「カリ」肥料ヲ施セバ、「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ、「カリ」ノ生理的作用ヲ促シ、以テ里芋ノ生育ヲ良クシ貯藏物質デアル炭水化物ノ增成ニ資スベキ作用ノアルコトヲ述ベタガ、更ニ硝酸態窒素ヲ用ヒテ、「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用ノ機構ヲ說明シヤウト試ミタコトハ、緒論ニ於テモ述ベタ所デアル。

1. 生育竝ニ收量調査

a) カリヲ充分ニ供給シタ場合、鐵鹽類添加ノ影響

イ、アンモニア態窒素ヲ用ヒタ場合

生育時期ト植物體各器官ノ大キトノ關係: 里芋ノ生育時期中、里芋ノ植付後15日目毎ニ、草丈、葉幅及根長等ニ就イテ調査ヲ行ツタ。第47表ニ其ノ結果ヲ述ベル。

第48表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、里芋ノ生育時期ト各器官ノ大サ。

挿秧後日數	草丈 (cm)				葉幅 (cm)				根長 (cm)			
	1 Fe_2O_3 0.g	2 Fe_2O_3 0.5g	3 Fe_2O_3 1.0g	4 Fe_2O_3 1.5g	1 Fe_2O_3 0.g	2 Fe_2O_3 0.5g	3 Fe_2O_3 1.0g	4 Fe_2O_3 1.5g	1 Fe_2O_3 0.g	2 Fe_2O_3 0.5g	3 Fe_2O_3 1.0g	4 Fe_2O_3 1.5g
15日	24	16	16	15	—	—	—	—				
30日	26	18	18	18	6	4	4	4				
45日	36	24	24	24	8	5	5	5				
60日	50	35	34	30	10	6	6	6				
75日	64	48	47	47	15	9	8	8				
90日	88	76	75	71	18	13	12	12				
105日	101	94	94	90	26	25	25	21				
120日	106	104	104	102	28	26	26	26				
135日	106	104	104	102	29	28	28	28	64	63	61	61

生育調査ニ就デ見ルト次ノ樣ニナル。

草丈: 生育ノ經過ニ伴ツテ、當然、草丈ハ各區ニ於テ伸長ヲ增スガ、就中45日目頃カラ顯著ニ延ビテクル、而テ鐵ノ用量ヲ增セバ、必ズシモ比例的關係ハ無イケレドモ、草丈ハ遞減ノ傾向ヲ示シテキル。即チ可溶性 $FeSO_4$ ノ障礙作用ニ基クモノト想ハレル、又大體120日位デ、草丈ノ伸長ハ止マリ、收穫ノ適期ニ達シタコトヲ意味スル。水稻ノ場合ト同樣ナ傾向ヲ示シテキル。

葉幅: 草丈ノ樣ニ顯著ナ差異ヲ、各區ニ於テ示サナイケレドモ、葉幅ニモ鐵鹽類ノ障礙作用ハ多少影響ヲ及ボシテクルコトガ分ル。

根長: 葉幅ト同樣ナ傾向ヲ示ス。

以上ニヨツテ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、鐵鹽類ノ障礙作用ハ、里芋ニ於テモ、水稻ト同樣ニ、認メラレル。而シテ地上部竝ニ地下部ノ發育ニ影響ヲ及ボスコトガ分ル。蓋シ土壤溶液中ノ鐵鹽類ノ濃度ノ高マルニ從テ、「カリ」ノ解離度モ減少ヲ來タシ、鐵鹽類トノ間ニ複鹽ヲ生成スルカラ、「カリ」ノ肥效ヲ減ジ、又コノ複鹽生成ニ當量ナ濃度以上ニ、鐵鹽類ノ溶存スルタメニ、障礙作用ヲ呈スルデアラウコトハ、水稻ノ所デモ述ベタ通リデアル。

生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係: 里芋ノ各器官ニ及ボス可溶

性鐵鹽類ノ障礙作用ヲ收穫期ノ收量カラ檢討シテ行クト次表ノ通リデアル。

第49表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、里芋ノ各器官ノ重サ。

1株宛新鮮物重量(g)

試驗區番號	Fe_2O_3 用量(g)	1株全體		地上部		地下部		地上部				地下部			
		重量	指數	重量	指數	重量	指數	葉片	指數	葉柄	指數	根塊	指數	細根	指數
1	0.	895.6	100	392.8	100	502.8	100	86.0	100	306.8	100	193.3	100	309.5	100
2	0.5	776.9	87	365.1	93	411.8	82	82.3	96	282.8	92	161.5	84	250.3	81
3	1.0	767.8	86	361.5	92	406.3	81	81.5	95	280.0	91	162.5	83	243.8	79
4	1.5	742.3	83	353.5	90	388.8	77	76.0	88	277.5	90	158.0	82	230.8	75

上表カラ觀ルト、先ヅ1株ノ全體ノ重量ハ、鐵ノ用量ガ增スト全般的ニ遞減ノ傾向ヲ見ル。地上部ノミナラズ、地下部モ共ニ重量ハ減少スル。然シ乍ラ地下部ノ方ガ地上部ニ比ベテ、減少ノ割合ガ大キイ。又水稻デハ、之ニ反シ地上部ノ葉及穗等ノ減少ノ割合ガ大キイコトカラ觀テモ、鐵鹽類ノ障礙作用ハ同化作用ニ影響ヲ及ボス所大デアルカラ、惹イテハ澱粉ノ生成並蓄積ニモ影響ヲ及ボスカラ、水稻デハ穗、里芋デハ根塊ニ於テ、夫々ノ重量ノ減少スル割合ガ大トナルノデアラウ。

更ニ地上部ニ於ケル、葉片ト葉柄トニ就テ、個別的ニ見ルト、夫々ノ重量ハ、$FeSO_4$ノ用量ヲ增セバ遞減ノ傾向ヲ示スガ、概シテ葉柄ニ於テ、多少減少ノ割合ガ大キイ樣デアル。草丈ノ減少ガコヽニ現ハレテキル。尚、地下部ヲ細別スルト根塊及細根ハ、共ニ遞減ノ傾向ヲ示スガ、就中細根ニ於テ、減少程度ガ大キイ。

(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタル場合

生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係: 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタル場合ト、同一時期ニ、同一樣式デ行ツタ。

第50表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合、里芋ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈 (cm)				葉幅 (cm)				根長 (cm)			
	8	9	10	11	8	9	10	11	8	9	10	11
	Fe_2O_3 0.g	Fe_2O_3 0.5g	Fe_2O_3 1.0g	Fe_2O_3 1.5g	Fe_2O_3 0.g	Fe_2O_3 0.5g	Fe_2O_3 1.0g	Fe_2O_3 1.5g	Fe_2O_3 0.g	Fe_2O_3 0.5g	Fe_2O_3 1.0g	Fe_2O_3 1.5g
15日	21	21	21	21	—	—	—	—				
30日	27	25	24	24	6	6	6	6				
45日	33	32	31	31	7	7	6	6				
60日	48	48	43	43	9	10	9	10				
75日	62	62	56	58	14	14	12	12				
90日	72	72	68	66	19	19	17	17				
105日	75	75	75	75	21	21	19	20				
120日	78	78	77	77	19	19	19	19				
135日	78	78	77	77	21	21	20	20	73	69	67	67

草丈: 水稻ノ場合ト同樣ニ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ於テハ、可溶性鐵鹽類ノ量ヲ增シテモ、草丈ニハ大差ガナイ樣ニ見エル。全般的ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ草丈ガ小サイ。又此ノ場合ニ、「アンモニア」態窒素ノ葉ノ色ガ、暗綠色ヲ呈シテキルノニ反シ、黄綠色ヲ呈シ、然モ過剩ノ鐵鹽類ノ溶存スルトキハ、萎黄化シテキル樣ニ見エル。

葉幅: 草丈ト同樣ニ、試驗區別ニ顯著ナ差異ヲ示サナイガ、鐵ノ多量ハ、「アンモニア」態窒素ト同樣ニ、葉幅ヲ減少セシメル。葉幅ニ於テモ「アンモニア」態窒素ニ比シ、コノモノハ狹少デアル。

根長: 根長ハ草丈及葉幅ト同樣ナ傾向ヲ示ス。「アンモニア」態窒素ヨリハ、全般的ニ根長ガ大キイノガ特長デアル。

生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係: 收穫時ニ於ケル硝酸態窒素ノ、里芋ノ各器官ニ及ボス、鐵鹽類ノ障礙作用ヲ、收量カラ考察スルト、次表ノ通リデアル。

第51表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ各器官ノ重サ

1株宛新鮮物重量(g)

試驗區番號	Fe_2O_3 用量(g)	1株全體		地上部		地下部		地上部				地下部			
		重量	指數	重量	指數	重量	指數	葉片	指數	葉柄	指數	根塊	指數	細根	指數
8	0.	544.0	100	196.0	100	348.0	100	42.5	100	153.5	100	140.0	100	208.0	100
9	0.5	487.8	90	173.8	89	314.0	90	37.8	89	136.0	89	128.0	91	186.0	89
10	1.0	447.3	82	164.0	84	283.3	81	35.5	84	128.5	84	113.0	81	170.3	82
11	1.5	438.3	81	158.6	81	279.7	80	35.1	83	123.5	80	111.5	80	168.2	81

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ハ、鐵鹽類ノ添加量ヲ增シテ行クト、次ノ樣ナ傾向ヲ示ス。

a. 1株全重量、「アンモニア」態窒素ト同樣ニ減少ノ傾向ガアル、ガコレニ比ベテ減少ノ割合ガ、大デアルコトハ、水稻ノ場合ト同樣デアル。コノ點カラ見テモ、里芋ハ「アンモニア」性植物デアルコトガ判ル。

b. 地上部モ、地下部モ、重量ノ遞減ヲ示ス。「アンモニア」態窒素ニ比ベテ、全般的ニ收量ガ少イ。

C、地上部及地下部ヲ夫々葉片葉柄根塊及細根ニ細分スルト各部分ニ於テ、當然鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ重量ノ遞減ヲ示シテヰル。葉片ノ重量ノ減少ノ割合ニ比ベテ根塊ノ夫ガ概シテ多少大キイノハ先程ニ述ベタ樣ニ鐵鹽類ノ障礙作用ノ結果同化作用ノ弱マルニ伴ヒ、同化澱粉貯藏器官デアル根塊ニ於テ重量ノ減少ガ大トナツタノデアラウ。倘レニシテモ生育及收量調査カラ觀テ里芋ノ場合ニハ水稻ノ場合ト同樣ニ鐵鹽類ノ障礙作用ハ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ顯著ニ現レル。蓋シ里芋モ亦「アンモニア」性植物デアルタメニ「アンモニア」性窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣程度ニ過剩ノ鐵鹽類ノ障礙作用ガ起ルワケデアルガ、硝酸態窒素ニヨル影響ガ更ニ加ハツテ來テ生育ガ劣ツテクルノデアル。

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」遞加ノ影響

イ、アンモニア態窒素ヲ用ヒタ場合

生育調査：　生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係

第52表　**「アンモニア」**態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈 (cm)			葉幅 (cm)			根長 (cm)		
	5	6	7	5	6	7	5	6	7
	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.5g	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.5g	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.5g
15日	16	16	18	—	—	—			
30日	19	19	20	4	4	4			
45日	28	30	26	5	6	5			
60日	35	38	34	7	7	6			
75日	50	51	49	10	10	8			
90日	70	71	73	13	14	12			
105日	83	86	92	22	23	23			
120日	93	102	107	24	27	28			
535日	93	102	107	26	28	29	61	64	70

生育調査ノ結果ニ就テ見ルニ、生育ノ初期即チ30—90日目迄ハ「カリ」ノ肥效ガ草丈葉幅ニ於テ顯著デナイ。就中葉幅ハ寧ロ「ムカリ」區ニ於テ勝ルモノガアル。之ヲ以テ觀ルトキハ里芋ノ生育ノ初期ニ在ツテハ土壤中K_2SO_4ト$FeSO_4$トノ共存ニヨリ「カリ」ノ效果ハ未ダ草丈及葉幅ニハ及バナイノデアラウ。然ルニ90日目以後ニナレバ生育狀態ハ著シク良好トナリ、草丈葉幅ハ急激ニ增加シ「カリ」ノ施用量ニ伴ツテ漸增ヲ示シテヰル。コノ事實ハ第三報ノ里芋ノ

「アンモニア」態窒素ニ於テ得ラレタ結果トヨク一致シ、茲ニ更ニ其ノ確證ヲ得ルコトガ出來タ。

根長ハ「カリ」施用區ニ於テ大キイコトヲ認メ得ヨウ。

斯樣ニ土壤溶液中ニ於テ假令「カリ」ノ適量ガ存在シテヰテモ、鐵鹽類ノ濃度ガ增シテクレバ、里芋ノ生育ニモ水稻ノ場合ト同樣ニ障礙ヲ及ボシテクル。然ルニコノ時「カリ」ノ用量ヲ增シ、有效性「カリ」ノ濃度ヲ增セバ其ノ對抗的效果ニヨツテ、生育ハ徐々デハアルガ良好トナル傾向ガアル。

第53表　**「アンモニア」**態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ各器官ノ重サ。

1株宛新鮮物重量 (g)

試驗區番號	K_2O 用量(g)	1株全體		地上部		地下部		地上部				地下部			
		重量	指數	重量	指數	重量	指數	葉片	指數	葉柄	指數	葉片	指數	葉柄	指數
5	0.	857.3	100	294.3	100	563.0	100	66.0	100	228.3	100	337.0	100	226.0	100
6	0.5	958.5	112	345.0	117	613.5	109	77.0	117	268.0	117	379.5	113	234.0	104
7	1.0	1004.8	117	374.5	127	630.3	112	82.5	125	292.0	128	393.8	117	236.5	105

可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキニ「カリ」ノ用量ヲ增セバ、先ヅ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ於テハ次ノ樣ナ結果ヲ得タ。

a) 1株全重量：「カリ」ノ用量ニ伴ツテ漸次增加スル。

b) 地上部モ地下部モ共ニ重量ガ增加スル。概シテ地上部ニ於テハ地下部ニ比ベテ「カリ」ノ肥效ガ顯著ノ樣デアル。

c) 地上部及地下部ヲ細分スレバ各器官ニ於テ夫々「カリ」ノ肥效ガ現ハレテヰル。

之ヲ要スルニ、水稻ト同樣ニ里芋ニ於テモ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニヨツテ惹起シタ所ノ障礙作用ハ「カリ」ノ適量ニヨツテ阻止スルコトヲ知リ得タ。

(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

生育調査：　生育時期ト植物體各器官ノ大サトノ關係

第54表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ生育時期ト各器官ノ大サ

挿秧後日數	草丈 (cm)			葉幅 (cm)			根長 (cm)		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14
	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.0g	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.0g	K_2O 0.g	K_2O 0.5g	K_2O 1.0g
15日	17	17	17	—	—	—			
30日	19	19	20	4	5	5			
45日	30	38	29	5	5	6			

60日	37	39	41	9	8	8			
75日	47	50	54	10	10	12			
90日	58	62	65	14	14	16			
105日	64	68	69	16	17	18			
120日	65	70	71	16	17	18			
135日	65	70	71	16	17	19	65	65	70

草丈: 鐵鹽類ガ里芋ニ對シ、障礙作用ヲ與ヘル程度ニ、過剰ニ存在スルトキ、「カリ」ノ添加量ヲ增シテ行クト、硝酸態窒素ハ、「アンモニア」態窒素ト同様ニ多少草丈ハ增加ヲ示スガ、大シタモノデハナイ。全般的ニ後者ヨリ草丈ハ小サイ。

葉幅: 草丈ト同樣デアルガ全般的ニ「アンモニア」態窒素ヨリ小サイ。

根長: 多少「カリ」ノ效果ガ現ハレテキル。「アンモニア」態窒素ト大差ハナイ。

鐵鹽類ノ障礙作用ニ對シ、「カリ」ノ對抗的效果ハ、地上部及地下部ニ於テ、多少認メラレルガ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ顯著デナイ。是ハ水稻ノ場合ト同樣ニ、「カリ」ノ肥效ガ顯著デナイタメト、里芋モ亦、好「アンモニア」性植物ノタメデアル。

收量調査: 生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係

收穫期ノ里芋ノ新鮮物重量ニ就テ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ヲ考察スルト次表ノ樣ナ結果ヲ得ル。

收穫調査: 生育時期ト植物體各器官ノ重サトノ關係

第55表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ノ各器官ノ重サ

1株宛新鮮物重量(g)

試驗區番號	K_2O 用量(g)	1株全體		地上部		地下部		地上部				地下部			
		重量	指數	重量	指數	重量	指數	葉片	指數	葉柄	指數	根塊	指數	細根	指數
12	0.	338.6	100	117.0	100	221.6	100	26.0	100	91.0	100	84.8	100	136.8	100
13	0.5	354.3	105	127.8	109	226.5	102	28.8	111	96.0	109	85.0	100	141.5	103
14	1.0	383.3	113	141.3	121	242.0	109	31.0	119	110.3	121	100.5	119	141.5	103

之ニヨツテ觀ルト

a)　1株全體重量:　「カリ」ノ用量ニ伴ツテ、對抗的效果ヲ示スカラ、重量ガ增加スル。然シ乍ラ「アンモニア」態窒素ノ夫ニハ、絕體量モ增加率モ共ニ遙カニ遠ク及バナイ。

d)　地上部及地下部ノ重量ハ、夫々「カリ」ノ用量ニ從ヒ增加スルガ、地上部ニ於テ「カリ」ノ對抗的效果ニヨル重量ノ增加率ガ大デアル。地下部ノ重量ガ「カリ」ニヨツテ增加スル率ガ小サイノハ蓋シ、「カリ」ハ同化作用ニ關與シ同化器官ノ發育ニ良好ナル影響ヲ及ボスガ、同化物質ノ貯藏ガ硝酸態窒素ノ場合ニハ顯著デナイタメニ地下部デ少イカラデアル。

c)　地上部及地下部ノ各器官ヲ夫々細分スレバ各器官ニ於テ夫々「カリ」ノ肥效ガ現ハレテキル。何レニシテモ「アンモニア」態窒素ノ夫ニハ絕體量モ增加率モ遙ニ遠ク及バナイ。蓋シ、硝酸態窒素ノ場合モ「アンモニア」態窒素ト同樣ニ鐵鹽類ノ障礙ガ起ルワケデアルガ、里芋ガ「アンモニア」性植物ナルガタメニ、窒素ノ利用モ惡ク、從テ生育ニモ一層影響ヲ及ボシ、障礙ヲ受ケルコトガ大デアル。尙コノ際ニ、「カリ」ノ用量ヲ增シテモ、前述ノ如ク、「アンモニア」性植物デハ、「アンモニア」態窒素ヲ與ヘタ場合程ニハ、硝酸態窒素ノ場合ニハ、「カリ」ノ效果ガ顯著デナイ爲ニ、「カリ」ノ對抗的效果モ亦、顯著デナイト思ハレル。

之ヲ要スルニ窒素ノ形態ヲ異ニシ、「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ニ於ケル「カリ」ト鐵鹽類トノ間ノ對抗作用ニ就テ見ルト、窒素ノ形態ヲ異ニスレバ、其ノ對抗作用ニモ强弱ガアルコトガ認メラレタ。生育並收量調査ノ結果カラ見ルト、里芋ハ水稻ト同樣ニ元來ガ、「アンモニア」性植物デアルカラ、「アンモニア」態窒素ヲ施シタ場合ニハ硝酸態窒素ヲ施シタ場合ニ比ベテ元々生育モ良好デアリ、且可溶性鐵鹽類ニ對スル障礙作用モ、「アンモニア」態窒素デモ硝酸態窒素デモ同樣ニ起リ得ルワケデアルガ、前者ニ於テ一層小サイ。又逆ニ可溶性鐵鹽類ノ過剰ニ溶存スルトキ、「カリ」ノ適量ノ存在スルトキニハ、窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、一樣ニ土壤溶液中デ、「カリ」ト共存スル鐵鹽類ノ解離度ヲ減少セシメルカ或ハ又コレラノ「イオン」ノ濃度ノ高イ場合ニハ複鹽ヲ生成スルコトニヨツテ、鐵鹽類ニヨル障礙作用ヲ阻止シ得ベキノミデナク又植物體內ニアツテハ、生理的平衡ヲ「カリ」ト鐵トノ間ニ保ツカラ、「カリ」ノ對抗的效果モ亦發揮セラルベキ理デアル。然ルニ「アンモニア」性植物デアル里芋ニ於テハ後ニ述ベル如ク、水稻ト同樣ニ、「アンモニア」態窒素ノ施用ニヨツテ、榮養體ノ生活力モ盛ニナルト共ニ還元電位モ增加シ、成熟ヲ遲延セシメルガ、「カリ」ノ添加ニヨツテ、之ヲ低メルト共ニ、其ノ生活力モ弱マリ、成熟ヲ早メル樣ニナルコトヲ知ツタ。之ニ反シ、硝酸態窒素デハ、後ニ述バル樣ニ逆ノ現象ヲ呈スルカラ、「カリ」ノ效果ハ先ヅ少イト見テヨイ。從テ生育並收量調査ノ結果カラモ觀ラレタ通リ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ里芋ニ對スルコノ窒素ノ肥效ト「カリ」ノ肥效トノ二重的效果ニヨツテ、硝酸態窒素ノ場合ヨリモ鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果モ顯著ナノデアラウ。

2. 植物體組織ノ酸化還元電位ノ變化

A. アンモニア態窒素ヲ用ヒタ場合

a) 有效性カリノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類添加ノ影響

水稻ト同様ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ植物體内ノ生理作用ニ如何ナル影響ヲ及ボスモノデアルカ、或ハ又如何ナル生理的平衡ヲ保持スルモノデアルカヲ知ルト共ニ、其ノ對抗作用ノ機構ヲ知ル目的デ收穫期ノ里芋ニ、就テ各組織ノ酸化還元電位ヲ測定セントト試ミタ。先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、水稻ニ於ケル $FeSO_4$ ノ過剩ノ溶存ニヨリ障礙作用ヲ呈セル場合、里芋ノ葉片及根塊ニ就キ、其ノ組織ノ酸化還元電位ヲ測定シタ所、次表ノ様ナ結果ヲ得タ。

第56表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番條	Fe_2O_3 用量 (g)	酸化還元電位 Eh (mv)	
		葉片	根塊
1	0.	— 121.7	— 87.2
2	0.5	— 122.7	— 96.3
3	1.0	— 122.2	— 99.9
4	1.5	— 123.2	— 92.9

可溶性鐵鹽類ノ施用量ヲ增スト、水稻ノ葉組織ノ酸化還元電位ノ變化ノ場合ト同様ニ里芋ニ於テモ、葉片ノ酸化還元電位 (Eh) ハ多少減少ノ傾向ヲ示ス。即チ還元電位ガ多少增加スルガ大差ガナイ。更ニ根塊ニ於テ Eh ノ減少ガ大キイ。葉片ニ比ベテ根塊ノ Eh ノ減少ノ大ナノハ前述ノ如ク障礙作用ハ、同化作用ニ關與スルカラ、從テ根塊ニ於テハ葉片ヨリモ生育竝收量ニ影響スル所大デアルコトニ由ルモノト想ハレル。

d) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニ「カリ」添加ノ影響

過剩ノ鐵鹽類ニヨツテ障礙作用ヲ受ケ、組織ノ還元電位ノ增加ヲ來タシタ場合ニ、之ニ適量ノ「カリ」ヲ加ヘルコトニヨツテ、對抗的效果ヲ發揮セシメ、障礙作用ノ阻止セラレタ場合ニ、共組織ノ酸化還元電位ガ如何ニ變化スルカヲ見ル目的デ行ツタ實驗ノ結果ヲ述ベル。

第57表 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	酸化還元電位 Eh(mv)	
		葉片	根塊
5	0.	— 115.4	— 91.7
6	0.5	— 114.2	— 85.4
7	1.0	— 110.6	— 80.7

之ニヨツテ觀ルト、先ヅ葉片ノ組織ノ Eh ハ「カリ」ヲ增スト、遞增ノ傾向ガアル。又根塊ノ組織ノ Eh ハ、葉片ノ夫ヨリモ、遞增ノ傾向ガ著シイ。結局鐵鹽類ノ過剩ニ溶存スルトキ、葉片及根塊ノ組織ノ Eh ハ減少シ、即チ還元電位ノ增加スル傾向ガアルガ、之ニ反シコノ場合ニ「カリ」ノ適量ヲ增シテ鐵鹽類ノ對抗作用ヲ發揮スルトキハ、組織ノ Eh ハ增加スルカラ、從テ酸化電位ノ高マル傾向ニアル。蓋シ、水稻ノ所デモ述ベタ様ニ、土壤溶液中ニ溶存シテヰル $FeSO_4$ 及 K_2SO_4 ノ適量ニヨツテ、其ノ解離度ヲ減少シ、更ニコレラノ濃度ノ大キクナルトキハ複鹽ノ生成ヲ來タスカラ、何レニシテモ活性ナ Fe^{II} ガ里芋ニヨツテ吸收サレルコトモ少クナルト共ニ吸收セラレタ「かり」ノ效果ト相俟ツテ組織ノ酸化電位ガ增スノデアラウ。尙植生ニ障礙ヲ呈スヘキ暫定的ナ Fe^{III} 又ハ其ノ複鹽體モ亦、「カリ」ニヨツテ同化作用ガ增シ、生成サレタ還元性ノ有機物ニヨツテ還元サレ、酸化還元系中ニ於テ、分子狀酸素ヲ離スト同時ニ Fe^{II} トナルカラ、移動シ易イ形態トナリ、凝固ヲ起サナイ。從テ障礙作用モ顯著ニ阻止サレルノデアラウ。

B. 硝酸態窒素ノ場合

a) 有效性カリノ充分ナ存在ノ下ニ鐵鹽類遞加ノ影響

第58表 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化

試驗區番號	Fe_2O_3 用量 (g)	酸化還元電位 Ep(mv)	
		葉片	根塊
8	0.	— 137.8	— 93.7
9	0.5	— 128.3	— 100.0
10	1.0	— 128.2	— 99.0
11	1.5	— 136.4	— 94.2

水稻ノ場合ト同様ニ里芋ハ「アンモニア」性植物デアルタメニ、水稻ノ場合ニ述ベタ様ニ硝酸態窒素ノ利用モ大キクナイ。又「アンモニア」態窒素ニ反シ、葉片ノ酸化還元系中ニ Fe^{III} ガ多クナルト共ニ、鐵ノ汁液中ノ移行ガ妨ゲラレルカラ沈積シ、遂ニハ細胞原形質ヲ凝固サセルタメニ、障礙作用モ、「アンモニア」態

窒素ニ比シ大キクナル。又、硝酸態窒素デハ「アンモニア」態窒素ニ比ベテ、同化作用モ大キクハナイカラ、同化生産物中ノ還元性有機物ニヨリ障礙ヲ與ヘルベキ $Fe^{III} \rightarrow Fe^{II}$ ノ變化モ活潑デナイデアラウカラ、障礙作用モ亦大デアラウ。コノ爲メニ、概シテ鐵ノ用量ヲ增セバ葉片ノ酸化電位ガ高マツテクルノデアラウ。併シ乍ラ、根塊ニ於テハ鐵ノ施用量ト比例的デハナイガ Eh ハ減少スルカラ、還元電位ノ增加ヲ示シテキル。

b) 過剩ノ鐵鹽類ノ存在ノ下ニカリ添加ノ影響

第59表　**硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ里芋ノ組織ノ酸化還元電位ノ變化**

試驗區番號	K_2O 用量 (g)	酸化還元電位 Eh(mv) 葉片	根塊
12	0.	— 123.6	— 87.6
13	0.5	— 117.9	— 85.9
14	1.0	— 106.3	— 84.7

硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、過剩ノ鐵鹽類ノ存在シテキルトキハ、其ノ障礙作用ニヨツテ、組織ノ酸化還元電位ハ、葉片デハ Eh ガ增加スル傾向ヲ示シ、根塊デハ減少スル傾向ヲ示シタ。然ルニコノ場合「カリ」ヲ施シテ、其ノ對抗的效果ヲ發揮サセタ場合ニハ上表ニ示ス樣ニ葉片デハ、障礙作用ノ惹起シタ場合モ、「カリ」ノ對抗的效果ノ發揮サレタ場合モ共ニ、Eh ガ增加スルカラ同一方向ヲ辿ル。然ルニ根塊デハ相反スル Eh ノ方向ヲ示スガ、尙「アンモニア」態窒素ノ場合ノ如ク顯著デハナイ。即チ酸化還元電位ノ變化カラ推シテモ、里芋ノ場合モ水稻ト同樣ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「カリ」ノ對抗的效果ガ顯著デナイコトガ判ル。蓋シ、「アンモニア」性植物デアル水稻及里芋ノ共通性ニ他ナラナイ。其理由ニ就テハ水稻ノ所デ述ベタカラ省略スル。

3. 植物體組織ノ pH

水稻ノ場合ト同樣ニ里芋ノ葉片及根塊ノ pH ヲ各試驗區ニ就テ測定シタ。

第60表　**「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、里芋ノ組織ノ pH**

試驗區番號	用量 (g) Fe_2O_3	K_2O	pH 葉片	根塊
1	0.	1.0	6.4	6.4
2	0.5	1.0	6.5	6.6
3	1.0	1.0	6.4	6.3
4	1.5	1.0	6.3	6.5
5	1.5	0.	6.3	6.1
6	1.5	0.5	6.1	6.4
7	1.5	1.0	6.1	6.5

以上ノ結果カラ判斷シテ pH ノ變化ヲ觀ルト、水稻ノ場合ト同樣ニ、各試驗區ヲ通ジテ全般的ニ大差ヲ認メ得ナカツタ。結果、植物體組織ノ pH ノ變化カラ、鐵鹽類ノ障礙作用並ニ之ニ對スル對抗的效果ノ現象ヲ說明スルコトハ到底不可能デアリ、其ノ理由ニ就テハ、既ニ述ベタカラ茲デハ省略スル。

第61表　**硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ組織ノ pH**

試驗區番號	用量 (g) Fe_2O_3	K_2O	pH 葉片	根塊
8	0.	1.0	6.2	6.5
9	0.5	1.0	6.4	6.5
10	1.0	1.0	6.2	6.5
11	1.5	1.0	6.2	6.5
12	1.5	0.	6.5	6.5
13	1.5	0.5	6.4	6.4
14	1.5	1.0	6.1	6.5

4. 呼吸酵素ノ活力、就中カタラーゼノ活力

水稻ノ場合ト同樣ニ Catalase ノ活力ヲ測定シタ。蓋シコノ活力ハ呼吸作用ノ產物タル H_2O_2 ガ植生ニ有害デアルカラ、之ヲ分解シテ水ト分子狀酸素トニ分解スル能力ヲ有スルモノデアル。從ツテ該酵素ニヨリ H_2O_2 ノ蓄積ガ妨ゲラレルカラ、呼吸作用ノ强弱ト「カタラーゼ」ノ活力トノ間ニハ密接ナ關係ガアル。

イ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合

第62表　**「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ Catalase ノ活力**

(0.1% H_2O_2 分解量 c.c)

試驗區番號	用量 (g) Ee_3O_3	K_2O	葉片	根塊
1	0.	1.0	1.73	0.78

2	0.5	1.0	1.79	1.40
3	1.0	1.0	1.99	1.48
4	1.5	1.0	1.93	1.45
5	1.5	0.	1.80	1.93
6	1.5	0.5	1.75	1.92
7	1.5	1.0	1.73	1.77

「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、里芋ノ葉片並根塊ノ Catalase ノ活力ヲ測定シタ結果カラ見ルト、(a)鐵鹽類ノ用量ヲ增セバ、Catalase ノ活力ハ葉片ニ於テモ亦、根塊ニ於テモ遞增スルコトガ分ル。就中、根塊ニ於テ顯著ニ現ハレル。蓋シ Catalase ノ活力ハ呼吸作用ノ强弱ト相關々係ヲ有シテヰルカラ、コノ場合ニハ、呼吸作用モ亦、遞增スルモノトヘ考テ差支ヘナイ。其ノ結果、呼吸作用ト相關々係ニアル所ノ酸化還元電位モ減少ノ傾向ガアル。而シテ根塊ニ於テ其ノ減少ノ程度ガ大キイ。(d)次ニ鐵鹽類ノ過剰ニ溶存スルトキ、「カリ」ヲ施シテ對抗的效果ヲ擧ゲル場合ニハ、Catalase ノ活力ハ葉片及根塊ニ於テ夫々遞減ノ傾向ニアル。仍テ呼吸作用ガ減少シテヰルガ爲メデアツテ、酸化還元電位モ亦、コレト聯關シテ遞增ノ傾向ヲ示シテクル。斯樣ニ里芋ニ於テモ、水稻ト同樣ニ鐵鹽類ニヨツテ、障礙ヲ受ケテヰル限リハ、Catalase ノ活力ガ增加ヲ示スケレドモ、之ニ反シ「カリ」ノ施用ニヨツテ對抗的效果ヲ發揮スル場合ニハ、其ノ活力ガ減少スルカラ、Catalase ノ活力ノ消長ト「カリ」鐵對抗作用ノ間ニハ密接ナ關係ガアルコトガ判ル。

ロ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

第63表　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合里芋ノ Catalase ノ活力

(0.1% H_2O_2 分解量 c.c)

試驗區番號	用量 (g)		葉片	根塊
	Fe_2O_3	K_2O		
8	0.	1.0	1.84	1.94
9	0.5	1.0	1.77	1.95
10	1.0	1.0	1.69	1.96
11	1.5	1.0	1.59	1.95
12	1.5	0.	1.78	1.90
13	1.5	0.5	1.61	1.81
14	1.5	1.0	1.68	1.49

水稻ト同樣ニ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ハ、葉片ノ Catalase ノ活力ハ遞減ノ傾向ニアル。即チ Catalase ノ活力ノ減少ト關聯シテ呼吸作用モ弱マツテヰル。但シ根塊デハ、Catalase ノ活力ニハ變化ガナイ。次ニ「カリ」ヲ施シテ其ノ對抗的效果ヲ發揮サセテ見テモ、Catalase ノ活力ハ、鐵鹽類ノ障礙作用ヲ呈スル場合ト同一ノ變化ノ傾向ヲ呈シテヰルカラ、其ノ效果ハ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ大キクハナイコトガ判ル。

5. 植物ノ窒素同化作用

水稻ノ場合ト同樣ニ窒素ノ同化作用ニ及ボス鐵鹽類ノ障礙作用ノ影響並ニ之ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ニ就テ實驗シタ所第64表ノ樣ナ結果ヲ得タ。

第64表　「カリ」ト鐵トノ用量ノ變化ガ里芋ノ葉片中ノ**蛋白態窒素及可溶性窒素**ノ分布ニ及ボス影響(無水物%)

(イ)「アンモニア」態窒素ノ場合

試驗區番號	用量 (g)			アンモニア態窒素ノ場合			
	Fe_2O_3	K_2O	P_2O_5	全N	蛋白體N	可溶性N	蛋白體N/可溶性N
2	0.5	1.0	1.0	3.95	3.63	0.37	9.81
3	1.0	1.0	1.0	4.00	3.58	0.37	9.68
5	1.5	0.0	1.0	3.23	2.69	0.54	4.98
6	1.5	1.0	1.0	3.42	2.96	0.46	6.44

第65表　「カリ」ト鐵トノ用量ノ變化ガ里芋ノ葉片中ノ**蛋白態窒素及可溶性窒素**ノ分布ニ及ボス影響

(ロ) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合

(無水物%)

試驗區番號	用量 (g)			硝酸態窒素ノ場合			
	Fe_2O_3	K_2O	P_2O_5	全N	蛋白體N	可溶性N	蛋白體N/可溶性N
9	0.5	1.0	1.0	4.09	3.59	0.50	8.87
10	1.0	1.0	1.0	3.65	3.28	0.37	7.18
12	1.5	0.	1.0	4.13	3.76	0.37	10.16
13	1.5	1.0	1.0	3.36	3.04	0.32	9.50

水稻ノ場合ト同樣ニ里芋ニ於テモ蛋白體窒素 / 可溶性窒素即チ "Relative

Protein Value" ヲ調ベテ見ルト鐵鹽類ニヨツテ障礙ヲ呈スル場合ニハ「アンモニア」態窒素ノ場合デハコノ値ガ低下スル。仍テコノ場合ニハ蛋白生成ノ機能ガ阻礙サレルコトガ分ル。然ルニ斯樣ニ障礙ヲ來タシタ場合ニ、「カリ」肥料ヲ施用スルト有效性「カリ」ノ適量ノ溶存スルトキハ、該値ハ高マツテクルカラ障礙作用ガ、「カリ」ニヨツテ除去サレ蛋白生成機能ガ促進サレルコトヲ示ス。然ルニ硝酸態窒素ノ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ "Relative Protein Value" ハ鐵鹽類ノ障礙ニヨツテ減少スル。然シ乍ラ「カリ」ノ有效量ヲ增シテモ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ該値ハ增シテコナイ。コノ事實ハ水稻ノ硝酸態窒素ノ場合ニ於テモ認メラレタ所デアル。蓋シ里芋ガ「アンモニア」性植物デアルタメニ、斯樣ナ共通現象ヲ呈スル所以デアツテ、其理由ハ全ク水稻ノ場合ト同樣ニ說明シ得ル。水稻ノ場合ト同樣ニ植物體中ノ窒素ト「カリ」及鐵其ノ他總ユル要素トノ間ノ生理的平衡ガ均衡ヲ伴ツテキル場合ニ於テノミ正常ナ生理的機能ヲ發揮シ蛋白生成ノ過程ヲ圓滑ニスルモノデアル。

6. 土壤溶液ノ理化學的性質

水稻試驗區ノ土壤ト同樣ニ、里芋ノ各試驗區ノ土壤溶液ノ理化學的性質就中、土壤溶液ノ酸化還元電位(Eh)茲ニ pH ニ就テ變化ノ狀態ヲ知ラウト思ツテ實驗ヲ行ツタ。

第66表 **「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合土壤溶液ノ酸化還元電位竝 pH ノ變化**

試驗區番號	用量 (g)		Eh (mv)	pH
	Fe_2O_3	K_2O		
1	0.	1.0	— 61.2	6.0
2	0.5	1.0	— 120.0	6.5
3	1.0	1.0	— 109.9	6.3
4	1.5	1.0	— 101.1	6.2
5	1.5	0.	— 95.1	6.2
6	1.5	0.5	— 82.6	6.5
7	1.5	1.0	— 87.9	6.5

第67表 **硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合土壤溶液ノ酸化還元電位ニ pH ノ變化**

試驗區番號	用量 (g)		Eh (mv)	pH
	Fe_2O_3	K_2O		
8	0.	1.0	— 78.4	6.6
9	0.5	1.0	— 71.2	6.5
10	1.0	1.0	— 95.6	7.1
11	1.5	1.0	— 100.4	7.3
12	1.5	0.	— 110.4	7.1
13	1.5	0.5	— 102.8	7.5
14	1.5	1.0	— 95·6	7.5

上表ノ結果カラ先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合、土壤溶液ノ Eh ハ土壤溶液中ニ「カリ」ノ適量ガ存在シテキテモ、鐵ノ用量ヲ增スト遞減スル傾向ガ認メラル。水稻ノ場合ト同樣ナ現象デアル。卽チ土壤溶液中ニ Fe^{II} ノ濃度ガ高マルタメニ起ルノデアラウ。之ニ「カリ」ノ用量ヲ增シタ場合ニハ Eh ハ遞增ノ傾向ガアルノハ、旣ニ述ベタ理由ニヨツテ、Fe^{II} ノ濃度ガ減少スルタメニ起ルノデアル。

次ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合デハ、土壤溶液ノ Eh ハ鐵ノ用量ガ增セバ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ漸次減少ノ傾向ニアルガ、後者ニ劣ル。里芋モ水稻ト同樣ニ「アンモニア」性植物デアルカラ、「カリ」ノ攝取利用モ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、大キクナイカラ、土壤溶液中ニ「カリ」ノ殘存量モ亦多イデアラウ。從テ $FeSO_4$ ノ共存スル場合ニ Fe^{II} ノ複鹽ノ生成モ大ナルタメニ、從テ Fe^{II} ノ活力モ小サイカラ、Eh モ亦、「アンモニア」態窒素ニ比ベテ大イノデアラウ。コノ現象ハ水稻ニ於テハ更ニ一層顯著ニ認メラレタモノデアル。尙、「カリ」ノ用量ヲ增セバ、En ハ增加ノ傾向ニアルコトハ、水稻ノ場合ト同樣ナ現象デアル。

pH ハ水稻ト同樣ニ、鐵鹽類ノ過剩ニヨリ障礙ヲスル場合モ、「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ、其ノ障礙ヲ除去スル場合ニモ大差ガナイ。

IV. 考察及結論

最ニ臺灣ノ土壤中、「カリ」ハ一般ニ豐富ニ含有セラレ、特殊ノ作物ヲ除イテハ「カリ」肥料施用ノ要ハ急務ヲ要シナイ。然ルニ臺北州羅東郡[3]多山庄方面ノ水田土壤ニ於テハ水稻作上、「カリ」肥料ノ肥效ガ顯著ナモノガアル。然モ此土壤中ニハ、「カリ」含量ガ敢テ甚シク少クハナイノデアツテ、有效性「カリ」ノ量

ニ於テモ然リデアル。概シテ臺灣ノ粘板岩質土壤ハ「カリ」ノ天然供給量ガ大キノガ普通デアツテ、冬山庄方面ノ土壤モ亦、粘板岩ヲ母岩トシ、「カリ」含量モ敢テ少ナイノデハナイガ、「カリ」肥料ノ效果ノ大キイ所以ハ、他ニ「カリ」ノ有效性ヲ低下スル原因ガナクテハナラナイガ、其ノ由デ來タル所ヲ考究シタ結果、冬山庄、土壤ハ特殊土壤デアツテ土層構成上、到ル處、地下水ガ湧出シテ地表ニ著シク赤錆ヲ殘スノヲ見ルノデアルガ、此一帶ハ舊名紅水溝堡ト呼バレル所デアツテ、下層ニ礫層ノ發達スル此地方ノ地下水中ニハ硫酸第一鐵ヲ含有スルコト著大デ、共存スル硫酸「カリ」ニヨツテ、一定條件ノ下ニ、此等ノ鐵類間ニ相互作用ヲ起シ解離度ノ減少ニヨリ更ニ又濃度ノ高イ場合ニヨ「カリ」ト鐵トノ間ニ複鹽ヲ形成スルカラ、該土壤中ニ「カリ」ノ含量ガ敢テ少イト云フ譯デハナイガ、地下水中、鐵ノ溶存スルコトガ多イタメニ、其有效性ヲ減殺シ、水稻作上、「カリ」肥料ノ施用ヲ要スルコトヽナル。而シテ「カリ」肥料ノ施用ハ鐵トノ對抗作用ヲ起シテ、其障礙作用ヲ輕減シ水稻ノ生育ヲ良好ニシテ二重效果ヲ呈スルモノデアルコトヲ知ツタ。結局、冬山庄土壤ノミナラズ、一般ニ地下水位ノ高イ土壤例ヘバ濕田土壤ニ於テハ、「カリ」ノ肥效ガ顯著ナノモ亦、コノ理由ニヨルノデアラウ。水稻ノミデナク、「カリ」植物タル里芋ニ就テモ、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ニ關シ、歸納的又ハ演繹的ニ實驗ヲ行ツテ明ニシタノデアルガ、コノ際、植物體內ニ於ケル「カリ」ノ形態ガ對抗作用ト相關々係ニアルコトヲ知ツタ。卽チ「カリ」ハ植物體內ニ於テ移動シ易イ「イオン」ノ形態ヲトルモノト、他ハ單獨ノ形態ヲトラナイデ、有機複合體（Organic Complex）ヲナシテ、負ノ電荷ヲ有スル所ノ「イオン」化シタ移動性ヲ具備スル形態ノモノガアル。

又非透析性ノ形態ノモノハ植物體組織中ニ比較的安定ナ形態ヲトリ暫定的デアルガ、沈積シテキテ必要ニ應ジ、汁液中ニ「カリ」ヲ移行セシメ生理的活性ヲ帶ビルモノデアルコトヲ知ツタ。而テ「カリ」ノ適正ナ供給ハ植物體中ノ生理的活性ヲ帶ビル所ノ透析性ノ鐵ヲ減少セシメ、非透析性ノ鐵ヲ增加セシメルカラ鐵ハ生理的ニ不活性トナル。從テ過剩ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用ヲ防ギラル。茲ニ始メテ「カリ」ニヨル對抗的效果ガ發揮セラレルワケデアル。

結局、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ植物體ニ對シ2要因ヨリ成立シテキル。卽チ一ハ土壤溶液中ニ於ケル相互作用デアリ、他ハ植物體中ニ於ケル相互作用デアル。

仍テ本研究ニ於テハ更ニ「リカ」ト鐵トノ對抗作用ハ、上述ノ他ニ、植物體內ノ生理作用ニ如何ナル影響ヲ及ボスモノ、デアルカ、又如何ナル生理的機能ノ平衡ヲ保持セントスルモノデアルカニ就テ研究シヨウト思ヒ、植物體ノ榮養及生殖機構ノ活力消長ニ伴ツテ變化スル組織ノ酸化還元電位ノ變化ヲ考察シ

對抗作用ノ機構ノ全貌ヲ更ニ一般ト明ニシヨウト試ミタ。以上ノ目的ノ遂行ノタメニ、窒素ノ形態ヲ異ニシタ場合、卽チ「アンモニア」態窒素並硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ノ「カリ」ト鐵鹽類トノ對抗作用ヲ考察シヨウト思ヒ、研究方法ヲ(A) 栽培試驗ト (B) 化學的試驗トニ分ケタ。而シテ水稻 Orzasativa Linn 及「カリ」植物タル里芋 Colocasia esculenta Schott ヲ選ンデ試料トシタ。肥料要素ニ乏シイ河砂ニ、此等ヲ栽培シ、窒素及燐酸ノ他ニ、一定量ノ K_2SO_4 ニ、異ナル量ノ $FeSO_4$ ヲ添加シタ場合ト、別ニ異ナル量ノ K_2SO_4 ニ一定量ノ $FeSO_4$ ヲ施シタ場合トニ就キ、其影響ヲ考察シタ。其ノ結果ハ次ノ樣ナ結論ヲ得タ。

A. 窒素ノ形態ヲ異ニシ「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ夫々用ヒタ場合ノ水稻ニ於ケル「カリ」ト鐵トノ對抗作用

1) 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、假令、土壤溶液中ニ、有效性「カリ」ノ充分量ガ存在シテキテモ、可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ共存スル場合ニハ、生育ニ障礙作用ヲ呈スル。然モ、コノ障礙作用ハ、榮養期ノ發育ノ最モ旺盛ナ最高分蘖期ニ於テスラモ、伸長ニ比シ分蘖ヲ抑制シ、惹イテハ收量ニ減少ヲ來タス。更ニ、コノ榮養期ニ於ケル生育ノ障礙ハ、生殖期ニ入ツテハ、其ノ器官ノ發育並ニ生理作用ニ惡影響ヲ及ボシ、爲メニ、出穗日數ヲ遲延セシメ且穗重等ヲ減少セシメル。

2) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト同樣ニ伸長ニハ、該障礙作用ハ大シタ影響ヲ及ボサナイ。然シ分蘖ヲ著シク抑制スル傾向ガアル。蓋シ水稻ハ「アンモニア」性植物デアルカラ、榮養體ノ生長モ亦旺盛デアルタメニ、鐵鹽類ノ障礙作用モ大キクハナイガ、硝酸態窒素ノ場合デハ之ニ反スル。更ニ榮養期ヨリ生殖期ニ入ルト、榮養期ニ於ケル障礙作用ノ大キイタメニ、生殖生理ニモ支障ヲ來タシ、出穗日數ヲ遲延サセルト共ニ穗數ヲ減少サセルカラ、從テ穗重モ亦、減少シテクル。「アンモニア」減窒素ノ場合ニ比ベテ、硝酸態窒素ノ場合ニハ、可溶性鐵鹽類ニヨル障礙作用ガ大キイタメ、收量ハ榮養及生殖ノ各時期ニ於テ夫々ノ器官デ減少スル。蓋シ、硝酸態窒素ノ場合ニハ窒素ノ利用ガ、「アンモニア」性植物タル水稻デハ、思ハシクナイノニ加ヘテ、コノ場合ニハ、「カリ」ノ攝取利用並ニ其生理的機能ガ充分ニ行ハレ難イタメニ、一層、鐵鹽類ニヨル障礙作用ガ、顯著ニ現ハレルモノト考ヘラレル。

3) 之ヲ要スルニ、水稻ニ於テ鐵鹽類ノ過剩ノ溶存ニヨリ、土壤溶液中ニ有效性「カリ」ガ假令充分ニ存在シテキテモ、同時ニ施シタ窒素ノ形態ガ、「アンモニア」態タルト、硝酸態タルトヲ問ハズ障礙作用ヲ呈スル。但シ水稻ガ、「アンモニア」性植物ナルガ爲メニ、「アンモニア」態窒素ニ比ベテ、障礙作用ノ程度ガ少

イ。

4) 次ニ鐵鹽類ノ過剩ノ溶存ニヨリ、障礙作用ヲ來タシタ場合ニ、「カリ」ヲ施セバ、窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、榮養及生殖期ニ於テ可溶性鐵鹽類ノ過剩ニ因ツテ、惹起セラレタ所ノ障礙作用ヲ減退セシメルコトガ出來ル。即チ「カリ」ノ用量ヲ增セバ草丈ニハ大差ガナイガ、分蘖、穗數、籾及根ノ收量ガ增シ且穗揃期ヲ促進スル。從テ榮養及生殖期ノ各器官ノ收量ノ增加ヲ來タス傾向アル。蓋シ鐵「イオン」ノ樣ナ重金屬「イオン」ガ、一定濃度ヲ超エルトキハ、植物細胞ノ原形質「コロイド」ヲ凝固シ、生長機能ヲ阻害スル樣ニナルケレドモ、「カリイオン」ハ、之ニ反シテ分散作用ヲ起シテ、細胞ノ機能ヲ完フセシムルト共ニ、植物體中ニ過剩ニ吸收セラレタ鐵鹽類ハ、「カリ」ノ施用ニヨリ、非透折性ノ生理的ニ不活性デ安定ナ形態ヲ有スルモノガ增シテクルタメニ、植物體內ニ於テモ生理的平衡ヲ保チ「カリ」ト鐵「イオン」トノ間ニ對抗作用ヲ呈スルニ至ルノデアル。

尙ホ有效性「カリ」ノ適量ハ土壤溶液中デ、「カリ」ト共存スル鐵鹽類ノ解離度ヲ減少セシメ、更ニ濃度ノ高イ場合ニハ複鹽ヲ形成スルコトニヨツテ何レニシテモ其障礙作用ヲ阻止シウルノデアラウ。

5) 然シ乍ラ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ノ方ガ、鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果ガ、硝酸態窒素ノ夫ヨリ榮養及生殖時期ヲ通ジテ大キイ。即チ「アンモニア」性植物タル水稻ニ「アンモニア」態窒素ヲ供給スレバ其量ニ從ツテ榮養體ノ生活ヲ愈々旺盛ニスルガ、「カリ」ノ添加ニヨツテ之ヲ低メルカラ、榮養體ノ生活力ヲ弱メ、出穗結實ヲ促シ、「カリ」ト「アンモニア」態窒素トノ間ニ適正ナ生理的平衡ヲ保ツノデ、「カリ」ノ效果モ亦顯著デアル。從ツテ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「カリ」ノ對抗的效果ニ加フルニ、「アンモニア」態窒素ノ肥效ニヨル二重的效果ニヨツテ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ヨリモ鐵鹽類ニ對スル對抗的效果ガ顯著ナノデアル。硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「カリ」ノ對抗的效果ハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ト本來同樣デアルガ、窒素ノ肥效ガ後者デハ大キイタメニ輕減サレル。

6) 水稻ノ榮養及生殖機構ノ消長ニ伴ツテ變化スベキ組織ノ酸化還元電位ニ及ボス鐵鹽類ノ障礙作用ノ影響並ニ「カリ」ノ對抗作用ノ影響等ニ就キ考察シタ所ガ、先ヅ「アンモニア」態窒素ヲ施シタ場合ニハ、鐵鹽類ノ障礙作用ガ現ハレルト、各器官組織ノ還元電位ノ增加ヲ示スケレドモ、之ニ反シ該障礙作用ニ對シ「カリ」ノ對抗的效果ガ現ハレテクルト、酸化電位ガ增シテクル。コノ現象ハ水稻ノ榮養及生殖時期ヲ通ジテ認メラレル現象デアルガ、乳熟期デハ榮養期ノ樣ニ分蘖ト伸長ノ盛ンナ時期ニ比ベテ、葉ノ組織デハ、コノ現象ガ顯著ニ現ハレナイデ穗及根ニ於テ、其ノ現象ガ認メラレル。即チ水稻ノ榮養及生殖機構ノ活力消長ト組織ノ酸化還元電位ノ變化トノ間ニハ密接ナ關係ガアルコトガ分ル。結局逆ニ植物體組織ノ酸化還元電位ノ平衡ガ、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ノミデナク、他ニ起リ得ベキ對抗作用ニ於テモ亦、其ノ對抗作用ノ存在又ハ强弱ヲ示ス判斷トナル。

7) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、先ヅ榮養期ノ生育旺盛ナ最高分蘖期デハ、鐵鹽類ノ障礙作用ニヨツテ、葉及根ノ組織ノ酸化還元電位ハ遞增ノ傾向ガアル。即チ酸化電位ノ增加ヲ示ス樣ニナル。コレハ「アンモニア」態窒素ノ場合ト相反スル現象デアル。次ニ生殖期ニ於ケル乳熟期ノ葉、穗及根ノ酸化還元電位ニ及ボス鐵鹽類ノ障礙作用ノ影響ヲ見ルト「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ、乳熟期デハ、葉ノ組織ノ生理的活動モ榮養期ニ比ベテ活潑デハナイカラ、鐵ノ用量ヲ增シテモ組織ノ酸化還元電位ニハ殆ド活潑ナ差異ヲ示サナイ。又穗及根等ニ於テモ同樣デアル。乳熟期ニ於テ穗ノ酸化還元電位ノ變化ノナイコトハ、穗ノ生理的機能ガ活潑デナク又其ノ內容ノ充實ノ惡イコトヽ關聯シテキル。

8) 硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ「カリ」ノ用量ヲ增シタ場合、組織ノ酸化還元電位ノ變化ガ顯著デナイ。從テ、榮養及生殖期ニ於ケル過剩ノ鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果モ、硝酸態窒素ノ場合ニハ顯著デナイコトガ、其組織ノ酸化還元電位ノ變化カラ觀テモ推察シ得ル。又蓋シ窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、最高分蘖期デハ生殖期ニ比シテ各組織ニ於ケル「カリ」及鐵等ノ要素ノ生理的活動モ活潑ナ爲メ、從テ其組織ノ酸化還元電位ノ變化モ亦顯著ナノデアラウ。

9) 斯樣ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ニ限ラズ、一般ニ對抗作用ニ關興スル各「イオン」ノ活性ナ形態ノモノヽ濃度ノ差ニヨツテ、植物體組織ノ酸化還元電位ニ變化ヲ生ゼシメ、然モ、相反スル傾向ニアルトキニ、對抗作用ハ最モ顯著ニ顯ハレル。然シ乍ラ、同ジ傾向ヲ示ストキハ、對抗作用ハ弱クナリ且、極端ナ場合ニハ存在シナイ事ニナル。例ヘバ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ガ、アンモニア」態窒素ノ夫ニ比較シテ弱イノハ、コノ理由ニヨル。次ニ「カリ」ハ植物體組織ノ酸化電位ヲ高メル生理的機能ヲ有シテキルカラ、之ニ他ノ還元電位ヲ高メル要素ヲ與ヘ、或ハ環境要素ヲ變ヘテ酸化還元電位ヲ變化セシメタ場合ノ對抗作用ニ關シテ考察シタ。

10) 「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ、光線ノ强サニ關係ガアリ、弱イ場合ニハ之ヲ認メルコトガ出來ナイ。從テ酸化還元電位ノ變化モ顯著デハナイ。「カリ」ト鐵トノ對抗作用ハ同化作用ニハ密接ナ關係ガアルカラ、光線ノ弱イ場合ニハ同化作用モ弱マリ、又「カリ」ヲ施シテモ顯著ニ之ガ增大スル樣ナコトガ無イカ

ラ、鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果モ顯著デハ無イワケデアル。光線ノ常態ノ場合ニハ弱イ場合ニ比ベテ、「カリ」鐵ノ對抗作用及「カタラーゼ」ノ活力ガ大デアル。

11) 次ニ「カリ」ト鐵トノ間ノミデナクテ、「カリ」ト「マンガン」コノ間ニモ對抗作用ガ存在スル且、水稻幼植物組織ノ酸化還元電位ノ變化ト對抗作用トノ間ニモ密接ナ關係ガアル。然シ乍ラ、「カリ」ト鐵ノ對抗作用ガ、「カリ」ト「マンガン」ノ夫ヨリモ强イカラ、酸化還元電位ノ變化ノ傾向モ亦、對抗作用ノ發揮セラレル場合ニハ、前者ニ於テ强カツタ。

12) 「カリ」ハ水稻組織ノ酸化電位ヲ高メルガ、「マンガン」ハ還元電位ヲ高メル。從ツテ過剩ノ「マンガン」ニヨツテ障礙作用ヲ呈スル場合ニハ、還元電位ガ高マリ、呼吸作用ガ增スケレドモ、「カリ」ニヨツテ對抗的效果ヲ發揮スル場合ニハ、呼吸作用モ弱マリ、同時ニ酸化電位ガ高マツテクルカラ、電位的ニ平衡ヲ保ツテクル。然シ乍ラ、假令、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒテモ、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ノ樣ニハ「カリ」ト「マンガン」ノ夫ハ强クハナイカラ、從ツテ組織ノ酸化還元電位ノ變化モ亦、顯著デハナイ。

13) 之ヲ要スルニ、植物體組織ノ酸化還元系ニ於テ、二要素間ニ於ケル對抗作用ノ存立シテヰル場合ニハ、一要素ニヨリ障礙作用ヲ呈スル場合ト、コレニ對シ對抗的效果ヲ發揮スル場合トデ組織ノ酸化還元電位ガ相反スル傾向ニアル。シカモ對抗作用ノ顯著ナ場合程、其ノ相反スル傾向ガ大キナ差ヲ示ス。從ツテ逆ニ一ノ要素ニヨツテ惹起セラレタ障礙作用ヲ除去又ハ阻止スル爲メニハ、障礙作用ニヨツテ示サレタ組織ノ酸化還元電位ト相反スル電位ヲ與ヘル樣ナ他ノ要素ヲ與ヘテ、電位的平衡ヲ維持セシメルコトガ肝要デアル。

14) 「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ鐵鹽類ノ障礙作用ニヨリ窒素ノ同化作用換言スレバ蛋白生成機能ニ影響ヲ及ボシ阻止スルニ至ラシメル。然ルニコノ場合ニ有效性「カリ」ノ適量ヲ與ヘルト、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ニヨリ「水稻ノ體內ニ於ケル窒素同化作用ヲ圓滑ナラシメルカラ、蛋白ノ生成機能ヲ促進シ從ツテ鐵鹽類ノ障礙作用ヲ阻止シウル。

15) 硝酸態窒素ノ場合ニハ、水稻ガ「アンモニア」性植物デアルカラ、鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗的效果モ顯著デハナクテ、蛋白生成機能モ促進セラレル樣ナコトハ少イ。水稻ハ窒素源トシテ、餘リ硝酸態窒素ヲ利用シナイ榮養機構ヲモツテヰルカラ、「カリ」ノ觸媒的效果ヲ要シナイ。

B.　窒素ノ形態ヲ異ニシ「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ夫々用ヒタ場合里芋ニ於ケルカリト鐵トノ對抗作用

次ニ澱粉作物デアリ又同時ニ「カリ植物」ト見做スベキ里芋 Colocasia esculenta Schott ヲ用ヒ、鐵鹽類ノ障礙作用並ニ之ニ對スル「カリ」ノ對抗作用ニ關シ「アンモニア」態並ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ就テ比較實驗シ、更ニ里芋ノ各組織ノ酸化還元電位ノ變化ヨリ、該對抗作用ノ機構ヲ說明シヨウト試ミタ。

1) 「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、過剩ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用ハ、里芋ニ於テモ水稻ト同樣ニ認メラレルノデアツテ、地上部並地下部ノ發育ニ影響ヲ及ボスコトガ分ル。蓋シ土壤溶液中ノ鐵鹽類ノ濃度ノ高マルニ從ツテ鐵並ニ「カリ」鹽ノ解離度ニ減少ヲ來タシ、更ニ又條件ニヨリ鐵鹽類トノ間ニ複鹽ヲ生成スルカラ何レニシテモ「カリ」ノ肥效ヲ減ズル。更ニコノ複鹽ノ生成ニ、當量濃度以上ニ鐵鹽類ノ溶存スルタメニ障礙作用ヲ惹起スル。

2) 先ツ草丈ハ鐵ノ用量ト比例的關係ハ無イガ、遞減ノ傾向ガアリ、葉幅及根長ニモ亦多少減少ヲ來タス。地上部ノミナラズ地下部ノ重量モ亦減少スルガ、就中、地下部ガ地上部ニ比シテ減少ノ著シイノハ、鐵鹽類ノ障礙作用ガ同化作用ニモ影響スルトコロガ大キイカラ、同化澱粉ノ貯藏器官タル地下部ニ於テ減少スル程度ガ大キイ。

3) 硝酸態窒素ヲ施シタ場合ニハ生育並ニ收量成績カラ觀テ、障礙作用ハ「アンモニア」態窒素ニ比シテ顯著ニ現ハレル。里芋モ水稻ト同樣ニ、「アンモニア」性植物デアルカラ、硝酸態窒素ガ、「アンモニア」態窒素ニ比シテ利用サレ難イカラ、生育ニモ良イ結果ヲ與ヘヌ爲ニ、鐵鹽類ニヨル障礙作用モ附加的ニ大キクナル。

4) 卽チ全般的ニ草丈ハ「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比ベテ小サク、然モ草丈ニ及ボス障礙作用ハ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ大差ガナイ樣ニ見エル。葉幅モ亦、草丈ト同樣ナ傾向ニアル。地上部並地下部ノ重量ハ遞減ノ傾向ヲ示スケレドモ、「アンモニア」態窒素ノ場合ニ比ベテ全般的ニ收量ガ少イ。葉片ノ重量ノ減少ノ割合ニ比ベテ根塊ノ丈ガ、概シテ多少大キイノハ鐵鹽類ノ障礙作用ノ結果、同化作用ノ弱マルニツレ、同化澱粉貯藏器官デアル根塊ニ於テ、重量ノ減少ガ大キクナツタノデアル。

5) 次ニ鐵鹽類ノ過剩ニヨリ障礙作用ヲ來タシタ場合ニ、「カリ」ヲ施セバ窒素ノ形態如何ヲ問ハズ、對抗作用ニヨツテ障礙作用ヲ除去シウルコトヲ知ツタ。然シ乍ラ、「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ、里芋ガ「アンモニア」性植物デアルカラ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ「カリ」ノ對抗的效果ガ、生育並收量成績カラ見テモ顯著デアル。卽チ生育ノ初期ニハ、草丈及葉幅ハ寧ロ「ムカリ」區ニ於テ勝ツテヰルモノモアルガ、後期ニ於テハ特ニ顯著ニ「カリ」施用ニヨリ鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル對抗的效果ガ顯ハレル。里芋ノ地上部ノ增大ヲ促ガスト共ニ地下部ノ發達ヲ良クスル。

6)　硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ、全般的ニ草丈及葉幅ハ小サイ。「アンモニア」態窒素ト同樣ニ「カリ」ノ對抗的效果ハ認メウルガ顯著ナモノデハナイ。更ニ收量ニ就テ見レバ、全重量、地上部並地下部ノ重量ハ增加ノ傾向ヲ認メ得ルガ、「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ遙ニ及バナイ。「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ水稻ト同樣ニ里芋ニ於テハ「カリ」ノ對抗的效果ト相俟ツテ、コノ窒素ノ利用ニヨル二重的效果ヲ發揮スルカラ、硝酸態窒素ノ場合ヨリモ鐵鹽類ノ障礙作用ニ對スル「カリ」ノ對抗作用モ一層顯著ニ現ハレル。

7)　次ニ里芋ノ榮養及生殖機構ノ消長ニ伴ツテ變化スベキ組織ノ酸化還元電位ノ變化ヲ考察シ、對抗作用トノ關係ヲ明ニシヨウト試ミタ。「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ可溶性鐵鹽類ニヨリ障礙ヲ呈スルトキハ、葉片ノ酸化還元電位ハ多少減少スル。即チ稍々還元電位ノ增加ヲ示ス。根塊ニ於テハ還元電位ノ增加ガ顯著デアルノハ、コノ器官ニ於テ障礙作用ノ大キイ事ト關聯シテヰル。然ルニ該障礙作用ニ對シ「カリ」ノ對抗的效果ガ、現ハレテクルト葉片及根塊ノ酸化還元電位ハ著シク用量ニ伴ツテ遞增ノ傾向ガアル。就中、葉片ニ比シ根塊ニ於テ著シイ即チ酸化電位ガ增シテクル。斯樣ニ里芋ニ對シ、鐵鹽類ニヨリ障礙作用ノ惹起スル場合ト、「カリ」ノ施用ニヨリ對抗作用ノ發揮セラレル場合トデ、組織ノ酸化還元電位ハ、前者ハ還元電位ヲ高メ、後者ハ酸化電位ヲ高メルカラ、電位的ニ平衡ヲ保チ、生理的機能ノ發揮ヲ正常ナラシメルコトガ判ル。

8)　次ニ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、水稻ノ場合ト同樣ニ里芋ニ於テモ葉片ノ酸化電位ガ高マツテクル。然ルニ鐵鹽類ニヨリ障礙作用ヲ受ケタ場合ニ「カリ」ノ適量ヲ施セバ葉片デハ、酸化還元電位ガ、增加スルカラ、從ツテ酸化電位ガ增シテクル。仍テ酸化還元電位ノ變化ノ方向カラ推察シテモ此ノ場合ニハ「カリ」ノ對抗的效果ガ顯著デナイコトガ判ル。

9)　土壤溶液ノ酸化還元電位ノ變化ハ、里芋ニ於テモ水稻ノ場合ト同樣ナ傾向ニアル。但シ兩者ノ肥料要素ニ對スル要求量ニ差異ガアルカラ、酸化還元電位ノ變化ノ程度モ異ナル。概シテ水稻ニ於テ顯著ナ樣デアル。先ヅ「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ鐵ノ用量ヲ增セバ、土壤溶液中ニ Fe^{II} ノ濃度ガ增スタメニ、其電位ハ遞減ヲ示スガ、コノ時ニ、「カリ」ノ用量ヲ增セバ逆ノ結果ヲ招來スル。次ニ硝酸態窒素ノ場合ニハ、「アンモニア」態窒素ノ場合ト同樣ニ鐵ノ用量ヲ增セバ酸化還元電位ハ遞減ノ傾向ニアルガ、後者ノ樣ニハ程度ガ、大キクナイ。之ニ反シ「カリ」ノ用量ヲ增セバ、酸化還元電位ハ增加ノ傾向ニアル。結局、土壤溶液中ニ於テモ、鐵鹽類ノ施用量ガ增シテタルト、還元電位ガ高

マリ、還元狀態トナツテ生育ニモ障礙ヲ及ボス。然ルニ、コノ際ニ「カリ」ヲ施セバ、酸化電位ガ高マルカラ、酸化狀態ガ高マリ、生育モ亦良好トナル。

從ツテ土壤中ニ假令、「カリ」ノ含量ガ敢テ不足デハナイニシテモ、地水中ニ鐵ノ溶存スルコトガ多ケレバ、窒素ノ形態ノ如何即チ「アンモニア」態タルト硝酸態タルトヲ問ハズ、「カリ」ノ有效性ヲ阻止減殺スルカラ、「カリ」肥料ノ施用ヲ要スルコトニナル。就中、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比シ、水稻及里芋ニ對シ障礙作用ガ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ大キイ。而シテ「カリ」肥料ノ施用ハ窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、鐵トノ對抗作用ヲ惹起シテ其障礙作用ヲ輕減シ作物ノ生育ヲ良好ニシテ、二重效力ヲ奏スルモノト認メラレルガ、「アンモニア」態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ比ベテ、著シク對抗的效果ガ顯著デアル。而シテ土壤及植物體組織ノ酸化還元系ノ酸化還元電位ノ變化ト「カリ」鐵ノ對抗作用トノ間ニハ、密接ナ關係ガアルコトガ認メラレル。

V. 總　　括

「カリ」肥料ノ有效性ニ及ボス可溶性鐵鹽類ノ障礙作用ハ後者ノ過剩ニ共存スル場合ニ起ル現象デアツテ、此際、「カリ」肥料ヲ充分ニ添加スルトキハ、鐵鹽類ノ障礙ヲ除去シウルコトヲ今迄ノ研究ニヨリ確メタ。是ガ實際農業ヘノ應用的意義トシテハ地下湧水ノアル特殊地域例ヘバ羅東郡冬山庄ノ粘板岩質土壤並ニ地下水位ノ高イ低濕地土壤並ニ理學的性質不良デ、然モ排水ノ不良土壤或ハ又新開懇地ノ強酸[63]開頁岩土壤等デハ、地水中ニ鐵ノ溶存スルコトガ多イカラ、「カリ」ノ含量ガ敢テ少クナクテモ、其ノ有效性ヲ減退シ水稻又ハ其他ノ作物ノ生育上、「カリ」肥料ノ施用ヲ要スル。又、有機質肥料ノ過多ニ施シタ場合ニハ還元狀態トナリ、亞酸化鐵ガ增大スルカラ是亦同樣デアル。而シテ「カリ」肥料ノ施用ハ鐵トノ對抗作用ヲ惹起シテ其ノ障礙作用ヲ輕減シ作物ノ生育ヲ良好ニシテ二重效力ヲ呈スルモノト認メラレル。今茲ニ著者ノ今迄ノ研究結果ヲ綜合シテ要約總括スレバ次ノ如クニナル。

1)　一般ニ對抗作用ノ起ル爲メニハ、養媒及植物體内ニ於テ、理化學的又ハ生理的變化ヲ齎ラスコトヲ必要トスル。即チ例ヘバ、「カリ」ハ、他成分トノ間ニ對抗作用ヲ顯ハスモノデアル。此作用ハ養媒ニ於テモ、又植物體内ニ於テモ、石灰、鐵、苦土、及ソーダ等トノ間ニ起ルモノデアツテ、土壤中デハ、植物ニ攝取セラルベキ「イオン」相互間ニ、又植物體内デハ細胞原形質ニ對スル、或ハ汁液中ノ「イオン」間ニ生理的平衡ヲ保タウトスルタメニ起ルモノデアル。

2)　Lagatu 及 Maume ニヨルト對抗作用ハ養媒中ノ鹽類ノ解離度ニ關係

スルモノデアツテ、今2種ノ鹽類溶液ヲ混合シタトキ、其混合液ノ解離度ガ、混合前ノ各溶液ノ解離度ノ和ニ比ベテ減少スレバ、對抗作用ハ正トナリ、逆ニ增加スレバ、對抗作用ハ負トナル。而シテ增減シナイトキハ、對抗作用ヲ現ハサナイト云フ。著者ノ水稻及里芋ヲ用ヒテ行ツタ實驗デハ硫酸「カリ」ト硫酸第一鐵トノ混合溶液ガ、其比傳導度ノ變化ヨリ推考シテ解離度ノ減少ヲ示スカラ「カリ」ト鐵トノ間ニ顯著ナ對抗作用ヲ起スコトヲ知リ、特ニ此等二種ノ鹽類ガ、複鹽ヲ生成スル場合ニ、對抗作用ハ最大デアツタ。又「カリ」ト石灰トノ對抗作用ハ「カリ」ト苦土トノ夫ヨリモ强イコトヲ同樣ニ明ニシタ。「カリ」ト他ノ鹽基ニ夫々化合シテヰル共通ノ陰「イオン」ニ就テ觀レバ、$SO_4 > Cl > NO_3$ ノ順序デアル。特ニ水稻ハ硝酸鹽ノ溶液デハ、「カリ」ト他ノ「イオン」トノ間ニ對抗作用ヲ起シ難イコトヲ知ツタ。

3) 實際農業上、土壤溶液中ニ、鐵、石灰又ハ苦土等ノ鹽類ガ、「カリ」鹽類ト共存スルトキニ、若シモ「カリ」鹽ニ比ベテ、是等ノ鹽類ガ過剩ニ溶存シ、「カリ」ノ量ガ有效範圍內ニ存在スル場合ニハ、共通陰「イオン」ヲ有スル鐵、石灰又ハ苦土鹽類ノ過剩ニヨツテ「カリ」ノ肥效モ減少スルト共ニ障礙ヲ來タス。然ルニ若シ「カリ」ノ量ガ、コノ程度以上ニ多ク存在スルトキハ、該障礙作用ハ除去又ハ緩和セラレル。

4) 「カリ」ト鐵トノ對抗作用ノミニ限ラズ、一般ニ對抗作用ニ關與スル各「イオン」ノ活性ナ形態ヲ有スルモノノ多少ニヨツテ、植物體組織ノ酸化還元電位ニ變化ヲ生ゼシメ、然モ一ノ要素ニヨリ、障礙作用ヲ呈スル場合ト相反スル變化ノ傾向ガ、他ノ要素ノ添加ニヨリ示サレルトキニ、對抗作用ハ最モ顯著ニ現ハレル。然シ乍ラ之ニ反シ、同一ノ變化ノ傾向ヲ辿ルトキハ、對抗作用ガ微弱デ、且極端ナ場合ニハ成立シナイ。卽チ硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニ、「アンモニア」性植物デアル水稻及里芋ニ於テ、「カリ」ト鐵トノ對抗作用ガ弱イノハ、後者ノ理由ニヨル。蓋シ「カリ」ハ本來、植物體組織ノ酸化電位ヲ、高メル生理的機能ヲ有シテヰルカラ、之ニ還元電位ヲ高メルベキ要素ヲ與ヘタ場合、或ハ環境要素ヲ變ヘテ、酸化還元電位ヲ變化セシメタ場合ニハ、對抗作用ハ最モ顯著ニ現ハレル。更ニ例ヘバ過剩ノ「マンガン」ニヨツテ障礙作用ヲ呈スル場合ニハ、呼吸作用ガ增シ還元電位ガ、同時ニ高マルケレドモ、「カリ」ニヨツテ呼吸作用モ弱マリ、同時ニ酸化電位ガ高メラレルカラ、其電位ガ相反スル方向ニ變化スルコトニヨツテ平衡ヲ保ツタメニ、從ツテ「カリ」ノ對抗的效果ガ發揮サレル。然シ乍ラ假令「アンモニア」態窒素ノ場合デモ「カリ」ト鐵トノ對抗作用ヲ示ス場合ノ樣ニハ、「カリ」ト「マンガン」ノ夫ハ、酸化還元電位ノ變化ノ程度モ大キクハナイカラ、從テ其ノ對抗作用モ前者程强クハナイ。

5) 「カリ」ト鐵ノ對抗作用ハ、夫々ノ要素ノ機能カラモ明ラカナ樣ニ同化及呼吸作用ニ關與シテヰルコトハ、光線ノ常態ノモノニ比ベテ弱イ場合ニハ「カリ」ト鐵トノ對抗作用モ弱イコトカラモ推察シ得ル。更ニ「カリ」ノ對抗的效果ガ同化作用ニ關與スルコトハ、里芋ノ同化生產物デアル糖類及澱粉ノ生成及蓄積狀態ヨリ、明ニ之ヲ認メ得ル。而シテ糖類ハ葉片及葉柄ニ於テ、對抗的效果ニヨリ增加ガ顯著デアルガ、澱粉ハ根塊ニ於テ最モ能ク效果ヲ現ハス。

6) 植物體ノ窒素同化作用ハ對抗作用ト密接ナ關係ヲ有シテヰル。蓋シ對抗作用ハ同化作用ニ關聯スルカラ、之ニ密接ナ關係ヲ有スル窒素同化作用換言スレバ蛋白生成機能ハ對抗作用ニヨツテ影響サレルトコロガ多イ。卽チ窒素源ガ「アンモニア」態デアルト、硝酸態デアルトヲ問ハズ、鐵鹽類ノ過剩ニヨツテ障礙作用ヲ受ケルト、蛋白生成機能ガ弱マツテクルケレドモ、此ノ場合ニ有效性「カリ」ヲ與ヘルト、「カリ」ノ對抗的效果ニヨツテ、「アンモニア」態窒素ノ場合ニハ、硝酸態窒素ノ場合ニ比シ、蛋白生成機能ガ促進サレル。

7) 「カリ」ハ植物榮養ノ要素デアル窒素及燐酸ト異リ、細胞原形質ヤ蛋白等ノ構成物質デハナイガ、此等ノ合成ニ關與スル許リデナク、寧ロ植物體ノ生理作用ノ調節、竝ニ物質ノ轉流ヲ圖ル機能ヲ有スルモノデアル。而シテ細胞ノ原形質ニ活力ヲ賦與スルノニ必要ナ原動力トナルモノデアツテ、生體內デハ、常ニ安定ナ有機結合ヲシテヰルモノデナク、大部分ハ移動シ易イ「イオン」ノ狀態ヲ保ツテヰルモノト認メラレル。又時ニハ暫定的ニ安定ナ有機複合體トナリ、「イオン」化シテ移動性ヲモツテヰル狀態ノモノモアル。而テ非透析性ノ形態ノ比較的安定ナモノハ、「カリ」肥料ヲ施シタ場合ニハ增加シテクル。コノモノハ植物體組織中ニ、暫定的ニ沈積貯藏セラレテヰルガ、必要ニ應ジテ透析性ノモノトナツテ植物體內ヲ移行スル。而シテ「カリ」ハ植物體內デ一方ニハ、正ノ電荷ヲモツテヰル「イオン」トシテ存在スルモノト、他ニ負ノ電荷ヲモツテヰル有機複合體トシテ存在スルモノトガアル。尙ホコノ關係ハ「カリ」ノミナラズ石灰及鐵ニ於テモ認メラレル。而シテ透析性鹽基間ニ在ツテモ、「カリ」施用ニヨル對抗的效果ヲ明ニ示シ就中、鐵ハ多ク非透析性形態ニ於テ見出シウル。

8) 土壤溶液中ニ過剩ノ $FeSO_4$ ノ溶存シテヰルトキ、之ニ K_2SO_4 ヲ施セバ其濃度ノ高クナイ場合ニハ、共通「イオン」ノ影響ニヨリ、相互ノ解離度ノ減少ヲ來タシ、更ニコノ程度ヲ超エテ濃度ガ增シテクレバ複鹽ガ生成サレルカラ、何レニシテモ土壤中ニ活性ナ Fe^{II} ノ濃度ガ減少スル。故ニ鐵鹽類ノ過剩ニヨリ其ノ濃度ガ高マツテクレバ、土壤溶液ノ還元電位ガ增シテクルカラ、土壤ハ還元狀態トナツテ、植生ニ障礙ヲ及ボスケレドモ、コノ場合ニ「カリ」ノ適量ノ施

用ニヨツテ、酸化電位ガ高マルカラ、土壤ガ酸化狀態ニナリ、植生ニモ良イ結果ヲ與ヘル。

之ヲ要スルニ窒素ノ形態ノ如何ヲ問ハズ、過剩ノ鐵鹽類ニヨル障礙作用ハ同樣ニ起ルベキデアルガ、「アンモニア」性植物タル水稻又ハ里芋ニ於テハ「アンモニア」態窒素ニ比シテ、硝酸態窒素ヲ用ヒタ場合ニハ、障礙作用モ大キイ。又コノ際ニ「カリ」肥料ヲ施シテ、鐵トノ對抗作用ヲ惹起シテ其ノ障礙作用ヲ輕減シ、作物ノ生育ヲ良好ニシテ二重效果ヲ呈スルワケデアルガ、「アンモニア」性植物デハ「カリ」ノ肥效ガ、顯著デアルタメニ硝酸態窒素ノ場合ニ比シテ「アンモニア」態窒素ノ場合デハ大キイ。而シテ、假令、有效性「カリ」ガ適量ニアツテモ、地水中ニ過剩ノ鐵鹽類ニヨツテ障礙作用ヲ呈スル場合ト、コレニ「カリ」肥料ヲ施シテ對抗的效果ヲ發揮サセル場合ハ、植物體組織竝ニ土壤中ノ酸化還元電位ノ變化ニ密接ナ關係ガアルコトヲ知ツタ。

VI. 参考文献

1) 鳥居嶔：臺灣農事報、第35年第2號、145—150頁、昭和14年
2) 澁谷紀三郎・鳥居嶔：日本農藝化學會誌、第16卷、第10冊、第193號925—938頁昭和15年、
3) 澁谷紀三郎・鳥居嶔：日本土壤肥料學雜誌、第9卷、第1號、1—14頁、昭和10年、
4) 澁谷紀三郎・鳥居嶔：日本學術協會報告、第10卷、第4號、980—985頁、昭和10年、
5) 澁谷紀三郎・鳥居嶔：日本壤肥料學雜誌、第11卷、第3號、260—278頁、昭和12年、
6) 澁谷紀三郎・鳥居嶔：日本土壤肥料學雜誌、第9卷、第4號、411—424頁、昭和10年、
7) B. Arenz: Bod. u. Pflanz. 8. 182-215. 1938.
8) H. Ross: Bod. u. Pflanz. 8. 100-128. 1938.
9) N. Krasinsky: Protoplasma. 25. 41-48. 1936.
10) L. Michaelis: Oxidations-Reduktions-Potentiale. 2. Auflage. 1933.
11) M. Cattle: New Phytologist. 32. 364-381. 1933.
12) K. Hayashi: Jour. Soc. Trop. Agric. 12. 110-116. 1940.
13) L. A. Brown: Soil Sci. 37. 65. 1934.
14) 澁谷紀三郎・佐伯秀章・劉建滿：日本農藝化學會誌、第12卷、第1號、62—73頁、昭和11年

15) H. Kahho.: Biochem. Zeit. 122. 39-42. 1921.
16) H. Lundegardh: Die Naehrstoffaufnahme der Pflanze. 236-244. 331. 1932.
17) G. F. Asprey.: Proc. Roy. Soc. 112. 451-472. 1933.
18) G. F. Asprey: Proc. Roy. Soc. 113. 71-82. 1933.
19) P. Ehrenberg: Zeit. f. Pflanz. Düng. u. Bod. 45. 1-55. 1936.
20) H. Wieland: Liebig. Ann. 439. 193. 1924.
21) H. Wieland: Ber. Deutsch. Chem. Ges. 45. 2606. 1912.
22) O. Warburg: Uber die katalytischen Wirkungen der Lebenden Substanz. Berlin. 1928.
23) O. Warburg: Zeit. f. Pnysik. Chem. 106. 191. 1923.
24) H. Wartenberg: Biochem. Zeit. 302. 262-276. 1939.
25) 田宮博：ユルムセール氏生體酸化還元、昭和10年、
26) 田所哲太郎：生物ノ呼吸ト酸化、昭和11年、
27) 山松茂・鈴木達雄：稻ノ生育ニ就テ、日本學術協會報告、第14卷、第2號、333—336頁、昭和14年、
28) J. Small: Hydrogen-ion concentration in plant cells and tissues. Berlin. 1929.
29) A. R. C. Haas: Soil Sci. 8. 216-242. 1919.
30) C. D. Appleman: Bot. Gaz. 50. 182-192. 1940.
31) 金兵忠雄・松島秀太郎：熱帶農學會誌、第9卷、44—53頁、昭和12年
32) W. E. Burge and E. L. Burge. Bot. Gaz. 77. 220-224. 1924.
33) H. Gaertner: Bod. u. Pflanz. 5. 234-258. 1937.
34) O. Eckstein: Plant Physiol. 14. 113-128. 1939.
35) G. Gassner. and G. Goeze: Ber. d. Bot. Ges. 50. 412-482. 1932.
36) G. Gassner and G. Goeze: Zeit. f. Bot. 27. 257-340. 1934.
37) R. Hill and R. Scarisbrick: Proc. Roy. Soc: 129B. 855, 238-255. 1940.
38) G. Kornfeld: Jour. Phys. Chem. 44. 949. 1940.
39) F. Gregory: Soil Sci. 49. 32. 1940.
40) M. E. Wall: Soil Scic. 49. 393-408. 1940.
41) M. E. Wall.: Soil Sci. 49. 315-331. 1940.
42) F. F. Alten: Bod. u. Pflanz. 19. 22-35. 1940.
43) T. F. Buchrer: Jour. Ame4. Soc. Agronom. 31, 903. 1939.
44) N. J. Volk: Jour. Amer. Soc. Agronom. 31. 8. 665. 1939.
45) G. Rohde: Zeit. f. Pflanz. Düng. u. Bod. 39. 159. 1935.
46) G. Rohde: Zeit. f. Pflanz. Düng. u. Bod. 44. 1-24. 1936.

47) F. J. Richards: Ann. Bot. 49. 367-388. 1932.
48) F. G. Gregory and F. J. Richards: Ann. Bot. 43. 119-161. 1929.
49) 細田克己：日本土壤肥料學雜誌、第16卷、第1號、9—16頁、昭和17年
50) F. J. Richards and W. G. Templemann: Ann. Bot. 50. 367-402. 1936.
51) K. Maiwald: und A. Funk: Zeit. f. Pflanz. Düng. u. Bod. 41. 8-28. 1935.
52) H. Lundegardh: Nature. 143. 3614. 903. 1939.
53) 澁谷紀三郎・佐伯秀章：熱帶農學會誌、第11卷、第1號、66—75頁、昭和14年、
54) 菅原友太：日本土壤肥料學雜誌、第12卷、第12號、154—160頁、昭和13年、
55) A. Forder: Biochem. Zeit. 238. 267-277. 1931.
56) J. Oserkovsky: Plant Physiol. 8. 449-468. 1933.
57) H. Lundegardh: Planta. 29. 419-426. 1936.
58) B. N. Singh: Sci. and Cult. (Chem. Zentrallbl. 2252. 1939.)
59) D. J. Watson and A. G. Norman: Jour. Agr. Sci. 29. 3. 321-345. 1939.
60) M. Gracanin: and A. Nemec: Zeit. f. Pflanz. Düng. u. Bod. 20. 119. 1931.
61) P. Lal and P. B. Ganguly: Zeit. f. Anorg. Chem. 229. 16-19. 1936.
62) H. Funk: Zeit. f. Anorg. Chem. 227. 94. 1936.
63) 細田克己:日本土壤肥料學雜誌、第15卷、575—586頁、昭和16年、
第16卷、1—9頁、昭和17年、

昭和十七年十月十　日印刷
昭和十七年十月十二日發行

臺灣總督府農業試驗所

印刷人　加藤豐吉
臺北市榮町二丁目十五番地

印刷所　小塚本店印刷工場
臺北市京町一丁目四十三番地